



**José António Lemos
Barão Nóbrega**

**O custo da nidificação em *Caiman crocodilus* na
Amazónia Central**



**José António Lemos
Barão Nóbrega**

**O custo da nidificação em *Caiman crocodilus* na
Amazónia Central**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Aplicada - Ecologia, Biodiversidade e Gestão de Ecossistemas, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor António José Arsénia Nogueira, Professor Associado com Agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, do Professor Doutor Jaydione Luíz Marcon, Professor Associado II do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas e do Professor Doutor Ronis Da Silveira, Professor Associado I do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas.

Este estudo foi desenvolvido com o apoio financeiro do Projeto AQUAVERT do IDSM, patrocinado pela Petrobras, através do Programa Petrobras Ambiental; Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e MCTI-CNPq-Edital Universal 14/2011 - Processo 482996/2011-0 para Ronis Da Silveira; GEOMA; IDSM através do apoio financeiro ao PCCA/IPI; WCS; INPE e SRAS do IUCN-SSC CSG.

O Instituto Piagaçu (IPI) ofereceu o apoio logístico em campo, a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) providenciaram o apoio logístico na cidade de Manaus.

DECLARAÇÃO

Declaro que este relatório é integralmente da minha autoria, estando devidamente referenciadas as fontes e obras consultadas, bem como identificadas de modo claro as citações dessas obras. Não contém, por isso, qualquer tipo de plágio quer de textos publicados, qualquer que seja o meio dessa publicação, incluindo meios eletrônicos, quer de trabalhos académicos.

O autor

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria José Barão, e ao meu falecido avô, José Carlos Barão, pois sem todo o seu incentivo e incansável apoio eu não teria tido a oportunidade de ser um Português na Amazônia.

O júri

Presidente	Prof. Doutora Maria Adelaide de Pinho Almeida, Prof. Auxiliar, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro
Orientador	Prof. Doutor António José Arsénia Nogueira, Prof. Associado c/ Agregação, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro
Arguente principal	Doutor José Carlos Brito, Investigador Associado, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos - CIBIO
Vogal	Prof. Doutor Carlos Manuel Martins Santos Fonseca, Prof. Auxiliar c/ Agregação, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro
Vogal	Prof. Doutor Amadeu Mortágua Velho da Maia Soares, Prof. Catedrático, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Ao Mestre Boris Marioni pela amizade, ensinamentos, boa-disposição, discussões, paciência, incentivo e acima de tudo por ter acreditado em mim e ter sido o meu mentor e parceiro de coleta de dados. Sem a sua preciosa ajuda e filosofia “Vêm com a Paisagem” este estudo não teria sido possível. Obrigado Boris por me teres apresentado a Piagaçu!

Ao Mestre Robinson Botero-Arias pela amizade, ensinamentos, boa disposição, incentivo, pelas 50 maçãs, pelas viagens no super-fusca branco e acima de tudo por ter acreditado em mim. Obrigado Robin por me teres apresentado o Mamirauá e o Amanã!

Ao Professor Doutor Ronis Da Silveira por todo o apoio, amizade, incentivo, ajuda, momentos de boa disposição, momentos de loucura, pelo Ray Tay, o caçador de andróides e pelos conhecimentos passados que muito contribuíram na realização desta dissertação. Obrigado Master Dundee por me ter mostrado os extremos da Amazônia!

Ao Professor Doutor Jaydione Luíz Marcon por todo o apoio, amizade, incentivo, ajuda, momentos de boa disposição, por ter disponibilizado o laboratório, por me ter guiado no mundo da Ecofisiologia e por todos conhecimentos passados que muito contribuíram na realização desta dissertação.

Ao Professor Doutor William Ernest Magnusson pela disponibilidade, pela ajuda na análise de dados, pela confiança e por ter permitido a minha ida ao Amazonas em intercâmbio com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Ao Professor Doutor Renato Cintra pelo apoio, confiança e disponibilidade para me ajudar na análise multivariada.

Ao Professor Doutor António José Arsénia Nogueira por todo o apoio e por me ter proporcionado a oportunidade de voltar à Amazônia.

À Dra. Mariana Martins por toda a paciência que teve para me ter ensinar a tirar e analisar sangue de jacarés e principalmente por mesmo quando exausta ter sempre um sorriso para oferecer.

À Priscila Paciullo por toda a ajuda, apoio, ensinamentos e por ter compartilhado comigo a força de vontade para ultrapassar muitos dos obstáculos que foram surgindo.

Ao Professor Doutor Emmerson Lima pela boa vontade, ajuda, paciência e principalmente por ter disponibilizado o seu Laboratório para a análise bioquímica do plasma sanguíneo.

Aos Professores Mestres Fabio Godoi e Tomaz Lima Gualberto e aos Professores Doutores Janzen Zuanon e Nair Otaviano Aguiar pela disponibilidade em me ajudar a identificar muitos dos itens alimentares que encontrei nos conteúdos estomacais.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e MCTI-CNPq-Edital Universal 14/2011-Processo 482996/2011-0 para Ronis Da Silveira, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pois sem todo o apoio logístico e financeiro todo o trabalho de campo e laboratório não teriam sido possíveis.

Ao projeto AQUAVERT do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) pois sem todo o apoio logístico e financeiro, a coleta e análise do sangue não teria sido possível.

Ao Instituto Piagaçu (IPI) pelo apoio logístico durante a fase de campo, por ter permitido o meu acesso ao flutuante de pesquisas do Cauá e por ter disponibilizado a infraestrutura de Manaus para eu trabalhar.

Ao Programa de Conservação de Crocodilianos Amazônicos (PCCA) pois sem todo o apoio logístico e financeiro o trabalho de campo não teria sido possível.

Ao Grupo de Especialistas de Crocodilianos da UICN (UICN-CSG) por me ter atribuído a bolsa “Student Research Assistance Scheme (SRAS)” que me ajudou a suportar os custos de material de pesquisa.

À CEUC/SDS por ter emitido a licença de pesquisa (Processo Nº 1459/2012) e por ter autorizado o acesso à RDS-PP.

Ao Mário, Chiquinho e Ned Jacuraru por tudo que me ensinaram e por me terem acompanhado no campo. Sem eles este trabalho não teria sido possível.

À Coordenação de Cooperação e Intercâmbio do INPA (COCI) por terem tratado do processo de intercâmbio.

À minha família por todo o apoio e incentivo que me deram e por mesmo apesar da situação financeira em que se encontra Portugal, terem suportado muitos dos custos deste ano de dissertação. Obrigado Maria José Barão! Obrigado Carlos Nóbrega! Obrigado Ana Barão!

À Mariana Mota pelas sete estrelas, pelo sorriso, pelo apoio, pelas conversas, pelas paródias, pelos almoços deliciosos e acima de tudo por ser quem é.

Ao pessoal da Figueira que mesmo apesar da distância se fez sentir presente, que mesmo apesar das diferenças fomos crescendo e aprendendo juntos a enfrentar a vida. Em especial queria agradecer ao Fernando Cordeiro por ser o Nando; ao João Marinho por ser o Polter; ao Miguel Monteiro e ao Luís Lopes pelas paródias, loucuras, conversas sem sentido e por me terem ensinado a passar o Arshavin; ao Telmo Gomes e ao Diogo Monteiro pela sexyness e à Marisa Ferreira, Inês Margarida, Adriana Freitas e Rita Limede por serem lindas e maravilhosas.

À malta da velha guarda que de braços abertos me mostrou o verdadeiro espírito de Aveiro. Em especial, quero agradecer ao Harith Morgadinho por ter sido um patrão excecional e um verdadeiro exemplo a seguir; ao Ricardo Duarte, Nuno Martins, António Ramos, Felipe Laranjeiro e Alfredo Veríssimo pelos jantares excêntricos nas residências, espírito de camaradagem e caminhadas até à Praça do Peixe. Obrigado também à Ana Barbara Aleixo pela energia e por desde a Academia de Verão 2006 ter percorrido comigo a vida académica do Curso de Biologia da Universidade de Aveiro.

Aos meus amigos André do Couto (Fuzi), Luís Santiago (Capitão Plasmodium) e Diogo Dutra Araújo (Gambuxa) por todo o apoio, amizade, conversas, noitadas a trabalhar e pelos diversos momentos de paródia que proporcionaram durante todo este ano que passamos juntos em Manaus.

À Paródia pelas loucuras, gargalhadas, sorrisos marotos e alegria contagiante. Obrigado pelos momentos marcantes que passamos juntos durante o nosso crescimento académico e biológico em Aveiro. Em especial, agradeço à Filipa Domingues por ser bem gostosa e espetacular.

À Vanessa Ferreira pela cumplicidade, loucuras, conversas, paródias e também pelo computador branco dos Smiles (☺) amarelos que salvou grande parte do meu mestrado.

Gostaria ainda de agradecer à voadeira Tiri-tiri e a todos os *Caiman crocodilus* capturados no decorrer deste estudo, pois sem eles este não teria sido possível.

Palavras-chave

Amazônia; Condição Corporal; Dieta; Jacaré; Ninho; Sangue; Várzea.

Resumo

Durante a seca sazonal (outubro-dezembro) de 2012, estudamos alguns aspectos relacionados com a nidificação de *Caiman crocodilus* na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus. Neste estudo descrevemos a dieta, condição corporal e alguns parâmetros sanguíneos das fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos adultos de *C. crocodilus*. Avaliamos também a relação entre o índice de condição corporal de Fulton “K” e os parâmetros sanguíneos analisados, avaliamos o efeito da idade do ninho e sua localização no interior da floresta na condição corporal e parâmetros sanguíneos das respectivas fêmeas e fizemos uma comparação com *Melanosuchus niger* para tentar avaliar se os resultados obtidos neste estudo, refletem a biologia reprodutiva da espécie.

Na Piagaçu-Purus, o cuidado parental pareceu influenciar a dieta das fêmeas nidificantes de *C. crocodilus*, uma vez que a proporção de estômagos vazios foi significativamente superior em fêmeas nidificantes, a ocorrência de alimento fresco em fêmeas nidificantes foi significativamente inferior ao observado em fêmeas não nidificantes e a composição da dieta foi significativamente diferente entre os dois grupos de fêmeas.

Resumo (cont.)

Verificamos que os valores de condição corporal e níveis plasmáticos de glicose, triglicerídeos e lactato das fêmeas nidificantes foram significativamente inferiores aos valores observados em fêmeas não nidificantes e machos. Por outro lado, os valores plasmáticos de ácido úrico das fêmeas nidificantes foram significativamente superiores aos observados em fêmeas não nidificantes e machos. Apenas encontramos relação entre o índice de condição corporal e os níveis de triglicerídeos em fêmeas nidificantes.

O nosso estudo demonstrou que a idade do ninho (i.e. o tempo em que a fêmea ovopositou) e sua localização no interior da floresta representam fatores de influência negativa na condição corporal da respectiva fêmea. Isto significa que, de maneira geral, fêmeas que construíram o ninho há mais tempo ou em distâncias maiores no interior da floresta tendem a apresentar uma condição corporal mais fraca. Além disso, parece haver relação positiva entre os níveis de glicose e a sua localização no interior da floresta. A idade do ninho demonstrou estar negativamente correlacionada com níveis de triglicerídeos, lactato e ácido úrico.

Os resultados obtidos em *C. crocodilus*, quando comparados com *M. niger*, parecem refletir a própria biologia da espécie. Assim sendo, a estratégia de nidificação de *C. crocodilus* demonstrou ter um custo metabólico associado ao sucesso de eclosão dos ovos, que parece ser dependente das reservas de energia da fêmea.

Keywords

Amazon; Blood; Body Condition; Caiman; Diet; Nest; Varzea.

Abstract

During the dry season (October-December) of 2012 we studied some aspects related to nesting ecology of *Caiman crocodilus* in Piagaçu-Purus Self Development Reserve. In this study, we described the diet, body condition and some blood parameters of *C. crocodilus* nesting females, non-nesting females and adult males. We also evaluated the relation between Fulton's "K" body condition index and the blood parameters determined, evaluated the effect of nest age and nest location inside de forest on body condition and blood parameters of nesting females and made a comparison with *Melanosuchus niger* in order to evaluate if the results of our study reflect the breeding biology of the species.

In Piagaçu-Purus, nest attendance seemed to influence the diet of *C. crocodilus* because the proportion of empty stomachs was significantly superior in nesting females and the occurrence of fresh food items was significantly inferior, when compared to non-nesting females. Also, dietary composition was significantly different between the two female groups (nesting and non-nesting).

Abstract (cont.)

Body condition and blood levels of glucose, triglycerides, and lactate of nesting females were significantly lower, when compared to non-nesting females and adult males. On the other hand, blood levels of uric acid were higher in nesting females. We only found relation between Fulton's "K" body condition index and the blood levels of triglycerides in nesting females.

Our study demonstrated that nest age and nest location inside the forest have a negative effect on female body condition. This means that, in a general way, females attending older nests or nests built further away inside the forest tend to have lower body condition values. Thus, there seems to be a positive relation between blood levels of glucose and nest location inside the forest. Nest age was negatively correlated with blood levels of triglycerides, lactate and uric acid.

The results obtained for *C. crocodilus*, when compared to *M. niger*, seem to reflect the very own biology of the species. Thereby, the nesting strategy of *C. crocodilus* demonstrated to have a metabolic cost associated to hatching success and seems to be dependent of female energy reserves.

Índice

Resumo	IX
Abstract	XI
Lista de Figuras	XIV
Lista de Tabelas	XVI
Capítulo I – Introdução geral	1
Capítulo II – Área de estudo	4
Capítulo III – Nest attendance influences diet composition of spectacled caiman (<i>Caiman crocodilus</i>) nesting females in Piagaçu-Purus Self Development Reserve, Central Amazonia, Brazil.....	6
Introdução.....	6
Material e Métodos	8
Resultados.....	12
Discussão	19
Capítulo IV – Condição corporal e parâmetros sanguíneos das fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos de <i>Caiman crocodilus</i> na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus	24
Introdução.....	24
Material e Métodos	29
Resultados.....	36
Discussão	48
Capítulo V – Considerações finais	60
Referências bibliográficas	62
Anexo I	86

Lista de figuras

Figura 1 – Distribuição geográfica de <i>Caiman crocodilus</i>	2
Figura 2 – Localização geográfica e limites da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus	5
Figura 3 – Incidence of empty stomachs and fresh food items in <i>Caiman crocodilus</i> nesting and non-nesting females in PP-SDR.	13
Figura 4 – Incidence of prey categories found in stomach contents of <i>Caiman crocodilus</i> nesting and non-nesting females in PP-SDR	15
Figura 5 – Diet composition (derived from multidimensional scaling analysis) between nesting and non-nesting females of <i>Caiman crocodilus</i> in PP-SDR ..	18
Figura 6 – Relação entre o comprimento rostro-cloacal e a massa corporal dos 93 indivíduos de <i>Caiman crocodilus</i> , capturados entre novembro e dezembro de 2012 na RDS-PP	37
Figura 7 – Fator de condição corporal de fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de <i>Caiman crocodilus</i>	38
Figura 8 – Glicose e triglicerídeos plasmáticos em fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de <i>Caiman crocodilus</i> , capturados na RDS-PP entre novembro e dezembro 2012.....	40
Figura 9 – Ácido úrico e lactato plasmático em fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de <i>Caiman crocodilus</i> , capturados na RDS-PP entre novembro e dezembro 2012	41
Figura 10 – Fator de condição corporal das fêmeas nidificantes de <i>Caiman crocodilus</i> em função da idade do ninho e da distância deste ao limite da floresta	43

Figura 11 – Fator de condição corporal de fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de <i>Melanosuchus niger</i> capturados na RDS Mamirauá em Novembro de 2012	46
Figura 12 – Glicose, triglicerídeos e Ácido úrico de fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de <i>Melanosuchus niger</i> capturados na RDS Mamirauá em Novembro de 2012	47
Figura 13 – Localização dos 118 ninhos encontrados e locais de captura de fêmeas não nidificantes e machos de <i>Caiman crocodilus</i> entre novembro e dezembro de 2012 na RDS-PP.....	87

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Occurrence (O), relative occurrence (%O), frequency (N) and relative frequency (%N) of prey items found in stomach contents of <i>Caiman crocodilus</i> nesting and non-nesting females.....	16
Tabela 2 – Summary of analysis of covariance: effect of two independent variables (Nest and SVL) on diet composition (derived from multidimensional scaling analysis) of <i>Caiman crocodilus</i> nesting and non-nesting females in Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve.....	17
Tabela 3 – Correlação de Pearson entre a condição corporal e os níveis de glicose, triglicerídeos e lactato plasmáticos em fêmeas nidificantes (F_{ninho}) e não nidificantes ($F_{\text{água}}$) e machos ($M_{\text{água}}$) de <i>Caiman crocodilus</i>	44
Tabela 4 – Correlação de Pearson entre a distância e a idade do ninho e os níveis de glicose, triglicerídeos e lactato plasmáticos em fêmeas nidificantes de <i>Caiman crocodilus</i>	44
Tabela 5 – Valores de referência dos parâmetros bioquímicos do plasma sanguíneo em fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos de <i>Caiman crocodilus</i> na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazônia Central.	88

Capítulo I – Introdução geral

Os crocodilianos encontram-se entre os maiores e mais abundantes vertebrados em diversos ecossistemas mundiais (Ross, 1998). Conhecem-se atualmente, a nível mundial, 23 espécies pertencentes às famílias Crocodylidae, Alligatoridae e Gavialidae (Janke *et al.*, 2005; Man *et al.*, 2011). Apesar de morfologicamente apresentarem semelhanças aos répteis modernos, os seus parentes mais próximos são as aves e dois grupos já extintos (Crurotarsi e Ornithodira) da Superordem Archosauria (Brochu, 2003; Hickman *et al.*, 2008). Além de possuírem um papel ecológico, cultural e económico muito importante (Hines & Schaeffer, 1977; Kpéra *et al.*, 2010), estes animais influenciam o funcionamento dos ecossistemas onde vivem (Bondavalli & Ulanowick, 1999), modificam os habitats que ocupam durante o período da seca (Ross, 1998), promovem a manutenção da diversidade biótica e regulam o tamanho populacional das suas presas (Alderton, 1991; Castroviejo *et al.*, 2008). Contrariamente à maioria dos répteis, as fêmeas deste grupo de animais (mas não os machos) apresentam um cuidado parental intensivo (Shine, 1988) que inclui a construção, manutenção, vigilância e defesa do ninho e dos filhotes (Staton & Dixon, 1977; Kushlan & Kushlan, 1980; Magnusson, 1980; Cintra, 1989; Lance *et al.*, 2009).

Na Amazónia brasileira ocorrem quatro espécies de crocodilianos, todos pertencentes à família Alligatoridae e popularmente designados de jacarés (Da Silveira, 2003). *Caiman crocodilus* é um crocodiliano de tamanho médio (Velasco & Ayarzagüena, 2010), sendo a espécie de mais ampla distribuição de todos os crocodilianos Neotropicais (Rueda *et al.*, 2007; Medrano-Bitar & Gomez, 2008). É também a espécie com maior variação geográfica nas Américas, uma vez que são atualmente conhecidas quatro subespécies (Velasco & Ayarzagüena, 2010; Figura 1). *Caiman crocodilus crocodilus* pode ser encontrado em grande abundância na Amazónia brasileira, especialmente em áreas que apresentam pulsos de inundação sazonal (Da Silveira *et al.*, 1997).



Figura 1. Distribuição geográfica das subespécies de *Caiman crocodilus* (adaptado de Velasco & Ayarzagüena, 2010). As populações de *C. c. crocodilus* da Flórida, Porto Rico e Cuba foram introduzidas.

Esta dissertação de mestrado avaliou alguns fatores que influenciam a biologia reprodutiva da população jacaretinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) que ocorre na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus (RDS-PP), situada no baixo Rio Purus, Amazônia Central.

O Capítulo I é uma breve introdução geral sobre aspectos da distribuição e biologia dos crocodilianos e da espécie *C. crocodilus*.

O Capítulo II faz uma breve descrição da área de estudo e da geografia geral do Rio Purus e da RDS-PP.

O Capítulo III descreve a dieta de fêmeas nidificantes e não nidificantes de *C. crocodilus* na RDS-PP, através da análise dos conteúdos estomacais obtidos por lavagem estomacal. Este capítulo constitui um manuscrito escrito em inglês e foi submetido para publicação na revista *Herpetological Journal*.

O Capítulo IV descreve e relaciona a condição corporal das fêmeas nidificantes da RDS-PP durante o período de nidificação com a idade do ninho e distância deste ao limite da floresta (rumo ao corpo hídrico mais próximo); descreve e relaciona os níveis plasmáticos de glicose, triglicerídeos, ácido úrico e lactato dessas mesmas fêmeas com a sua condição corporal, idade do ninho e distância ao limite da floresta; compara a condição corporal e parâmetros sanguíneos analisados em fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* com os valores observados em fêmeas nidificantes de *Melanosuchus niger*.

O Capítulo V é uma consideração final que integra as informações obtidas nos dois Capítulos anteriores e realça a importância de estudos multidisciplinares em programas de monitoramento e conservação de espécies silvestres (ou de vida livre).

Capítulo II – Área de estudo

O Purus é um rio meândrico que contém a maior área de várzea (21.000 km²) entre todos os tributários do sistema Solimões-Amazonas (Junk, 1994). Atravessa os estados do Acre e do Amazonas (Amazônia brasileira), percorrendo aproximadamente 3.700 km desde a nascente no Peru até à sua foz no Rio Solimões-Amazonas (Deus & Da Silveira, 2003).

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Piagaçu-Purus (4° 05" 06,72" " e 5° 20" 10,46" " S e 61° 44" 15,29" " e 63° 20" 57,05" " W; Figura 2) encontra-se no baixo Rio Purus, a aproximadamente 350 km a sudoeste da cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, Brasil. Segundo a classificação de Köppen, a área onde se encontra a reserva apresenta um clima tropical chuvoso, caracterizado por temperaturas médias do mês mais frio sempre superiores a 18°C. O gradiente de precipitação varia anualmente de 1.550 a 3.350 mm, sendo que o período de maior precipitação ocorre entre novembro e março (Deus *et al.*, 2010).

Atualmente a RDS Piagaçu-Purus ocupa uma área de 834.245 hectares de florestas de terra firme (não alagável) e florestas alagáveis de várzea ou igapó (Deus *et al.*, 2010). A várzea constitui entre 45% a 50% da área da RDS Piagaçu-Purus (Deus *et al.*, 2010; Villamarín *et al.*, 2011) e caracteriza-se por um mosaico de habitats sazonalmente submersos, abrangendo desde áreas com abundância de macrófitas flutuantes até habitat florestal (Wittmann *et al.*, 2004; Haugaasen & Peres, 2006). A variação do nível da água do Rio Purus pode atingir uma amplitude de 12 m, sendo que as cotas mais elevadas ocorrem anualmente entre abril e julho (Deus *et al.*, 2010).

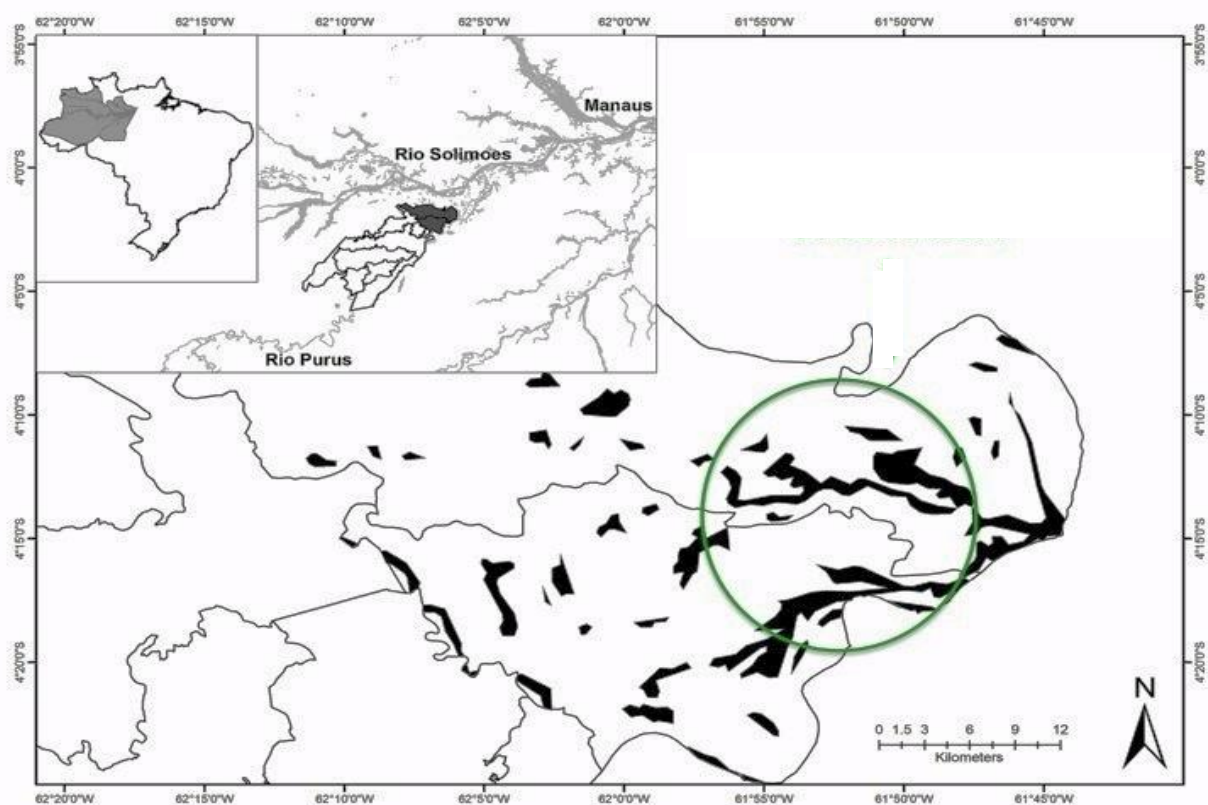


Figura 2. Localização geográfica e limites da RDS Piagaçu-Purus, Estado do Amazonas, Brasil. O esforço de procura concentrou-se na área assinalada pelo círculo verde.

Chapter III - Nest attendance influences diet composition of spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) nesting females in Piagaçu-Purus Self Development Reserve, Central Amazonia, Brazil

Introduction

Understanding the diet of an organism is important to understand its ecology (Rosenberg & Cooper 1990). Crocodilians are opportunistic predators that prey on a wide variety of taxa (Magnusson *et al.*, 1987; Ross, 1989, Alderton, 1991) and studies about their feeding habits are important because it can affect body condition, behavior, growth and reproduction (Chabreck, 1971; Joanen & McNease, 1987; Delany *et al.*, 1999; Rice, 2004).

Although nesting ecology is well studied in several crocodilian species (*Alligator mississippiensis* – Kushlan & Kushlan, 1980; *Caiman crocodilus* – Staton & Dixon, 1977; Allsteadt, 1994; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008; Campos *et al.*, 2008; *Crocodylus acutus* – Platt & Thorbjarnarson, 2000; Casas-Andreu, 2003; *Crocodylus johnstoni* – Webb *et al.*, 1982; Somaweera *et al.*, 2011; *Crocodylus moreletii* – Platt *et al.*, 2008; *Melanosuchus niger* – Villamarín & Suarez, 2007; Villamarín *et al.*, 2011), our general knowledge on the diet and feeding habits of nesting females is still very short and only a few reports address this subject. For example, it has been suggested that *A. mississippiensis* adult females nesting near the shoreline or in marshes may have opportunities to consume terrestrial prey (Delany & Abercrombie, 1986). *Crocodylus niloticus* nesting females appear to spend much of their time lying in a comatose state on or close by the nest. Even though these *C. niloticus* females may capture unaware nest predators such as monitor lizards (*Varanus niloticus*), the examination on the stomach contents of these crocodiles point out that they fast during the three month incubation period (Mrosovsky & Sherry, 1980).

The spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) is a mid-size crocodilian (Velasco & Ayarzagüena, 2010) and a generalist nesting species (Staton & Dixon, 1977;

Villamarín *et al.*, 2011). Some nests of *C. crocodilus* can be found along the margins of lakes and canals, while others being inside the forest, sometimes at distances of hundreds of meters from a permanent water body (Da Silveira *et al.*, 2010). *Caiman crocodilus* nesting females usually hide near the nest in an almost comatose state, frequently under leaf litter, or in the debris of fallen trees (Marioni *et al.*, 2007).

Although some studies have already reported the diet (Staton & Dixon, 1975; Gorzula, 1978; Magnusson *et al.*, 1987; Thorbjarnarson, 1993a; Laverty & Dobson, 2013) and feeding behavior (Ayarzagüena, 1983; Thorbjarnarson, 1993b; Marioni *et al.*, 2008) of *C. crocodilus*, there is still no available information regarding the diet of *C. crocodilus* nesting females. In the flood-plains of the Anavilhanas Archipelago in Central Amazonia, the diet composition of adult males and females (not associated with nests) of *C. crocodilus* consists mainly in fish and crabs, even though other prey items, such as insects, spiders or snails are also commonly found in stomach contents. Vertebrates such as birds, mammals and reptiles are also consumed less frequently (Da Silveira & Magnusson, 1999).

The main objectives of our study were to provide the first report on the diet of spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) nesting females in the várzea forests of Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve (Central Amazonia) and address the following questions: 1) Do nesting females feed less frequently than non-nesting females? 2) Does nest attendance influence the dietary composition of nesting females?

Material and Methods

Study area

The Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve (PP-SDR) is located between the Purus and Madeira rivers (04°05'S, 61°44'W and 5°20'S, 63°20'W), at approximately 350 km southwest of Manaus, Amazonas State, Brazil. It encompasses about 834,245 ha of *terra-firme* forest (not flooded by major rivers) and seasonal flood plains known locally as *várzea* or *igapó* (Deus *et al.*, 2010). *Várzea* covers about 50% of the reserve, ranging from lakes and canals covered by floating vegetation to forest (Wittmann *et al.*, 2004; Haugaasen & Peres, 2006). Junk (1997) and Junk *et al.* (2010) give detailed descriptions of the *várzea*.

Capture of females

We carried out this study between November and December of 2012 in the *várzea* forests of PP-SDR. This period coincides with the annual dry season, when water levels are at their lowest and when caimans are nesting (Marioni *et al.*, 2007). Nests of *Caiman crocodilus* were located by walking on the margins of 14 permanent water bodies and their areas adjacent of *várzea* forest (Da Silveira *et al.*, 2010; Villamarín *et al.*, 2011). Whenever a nest was located, its coordinates were registered with a *Global Positioning System* (GPS). Nesting females were captured and physically restrained using a pole-snare (Ketch-All Animal Restraining Pole), ropes and tapes (Da Silveira *et al.*, 1997), measured (snout-vent length - SVL), weighed and marked by removal of a combination of three vertical scales from the tail.

During the same period, we also conducted nocturnal surveys from an aluminum boat with a 15-hp motor in order to find mature non-nesting females (Ayarzagüena, 1983; Thorbjarnarson, 1994; Thorbjarnarson, 1996; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008). The amount of mature non-nesting females in each reproductive season appears to be related to precipitation in months prior nesting period and may represent about 25% to 60% of all reproductively active females in the area (Webb & Manolis, 1989; Guillette *et al.*, 1997; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008). In PP-SDR, all females exhibiting a SVL higher than 60 cm are

reproductively active (Souza *et al.*, 2010). These non-nesting females were located by their eyeshine when illuminated with a spotlight (Da Silveira *et al.*, 1997; Da Silveira *et al.*, 2008). This phenomenon is caused by the reflection of light in a membrane called *tapetum lucidum*, present in all crocodilian species (Messel *et al.*, 1981). These females were captured using a pole with a break-away nose (Da Silveira *et al.*, 2010), immobilized, measured, weighted and marked as described above in the previous paragraph for nesting females. Sex was confirmed by cloacal inspection (Ziegler & Olbort, 2007). GPS coordinates were registered in each capture.

In *C. crocodilus* and *Alligator mississippiensis*, while nesting females migrate to nesting areas, males and non-nesting females usually occur in deep water canals with permanent stream (Ayarzagüena, 1983; Medem, 1983; Lance, 1989; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008). Therefore, to minimize the chance of capturing a nesting female outside her nest (Wang *et al.*, 2011), our night surveys were conducted in the main canal (Paranã) at about 200 to 1000 meters from places that we knew that had active nests, since Paranãs are water bodies with a permanent water flow (Deus *et al.*, 2010) and a telemetry study in Mamirauá-SDR (same habitat as PP-SDR) pointed out that nesting females, in a general way, do not move too far from their nest (Da Silveira *et al.*, 2010).

Stomach contents removal

Stomach contents of nesting and non-nesting females were obtained by stomach flushing (Taylor *et al.*, 1978; Webb *et al.*, 1982; Da Silveira & Magnusson, 1999). This technique takes about 15 minutes and starts by manually opening the jaws for the insertion of a piece of polyvinyl chloride (PVC) pipe. While both jaws were held open and tightly secured with rubber bands and duck tape, a metallic spoon, properly lubricated with mineral oil, was carefully inserted to mix the stomach content and aid in its removal. Afterwards, a rubber hose, also covered in mineral oil, was inserted in order to pump an adequate volume of filtered water. Stomach contents were collected in a bucket and preserved in 70% alcohol.

Prey identification and analysis

Prey items found in the stomach contents were identified to the level of order, family or species, classified as recently ingested or old fragments and then grouped in five prey categories: Terrestrial invertebrates (TI), Aquatic invertebrates (AI), Molluscs, Fish or Other vertebrates (OV). Molluscs and insects (e.g. Coleoptera) were only considered recently ingested if intact or with evidence of active digestion (Thorbjarnarson, 1993a). Crabs and most fish remains were classified as recently ingested because these prey items are digested relatively rapidly (Delany & Abercrombie, 1986; Magnusson *et al.*, 1987; Santos, 1997). However, fish remains were considered as old fragments when only a few degraded scales were present (Rice, 2004).

Preliminary dietary analysis was conducted by comparing the proportion of empty stomachs (without any food items) between nesting and non-nesting females. As chitinous exoskeletons of certain invertebrates may remain in crocodilian stomachs for periods of up to several months (Garnett, 1985), we also decided to compare the proportion of stomachs containing recently ingested prey (i.e. containing at least one recently ingested prey item). Empty stomach contents were not included in this analysis.

Frequency of occurrence for each prey category was calculated by dividing the number of stomach contents containing at least one item included in that prey category by the total of stomach contents analyzed (e.g. number of stomach contents containing at least one fish item / number of nesting female stomach contents). Empty stomach contents were excluded in this last analysis.

Statistical analysis

All comparisons between proportions described above were tested for statistical significance using the Mann-Whitney rank sum test analysis (Zar, 1999). We also used non-metric multidimensional scaling ordination analysis (NMDS) to confirm differences in diet composition and verify if there was any size related trends in the frequency of occurrence of prey categories between nesting and non-nesting females (empty stomach contents were not included). For that, we used Bray-Curtis index, available in PC-ORD program (McCune & Mefford, 1999), to

construct a dissimilarity matrix between individual females. This index has been recommended for use in ecological (Minchin, 1987; MacNally, 1994; Borg & Groenen, 1997) and dietary (Horna *et al.*, 2001) studies. The multidimensional scaling NMDS was used to generate a single ordination of prey categories within individual females based on the Bray-Curtis distance matrix. Then, the resulting axis from the ordination was used as dependent variable in an Analysis of Covariance (ANCOVA), in which the categorical variable Nest (i.e. nesting or non-nesting female) was used as independent variable and SVL was used as covariate.

Results

We were able to capture and obtain the stomach contents of 33 nesting and 16 non-nesting females. The snout-vent length (SVL) of nesting females varied from 66.2 to 83.7 cm (mean = 75.8 ± 4.2) while in non-nesting females it varied from 61 to 79.8 cm (mean = 72.4 ± 9.3). Nesting and non-nesting females' body mass ranged from 6.2 to 13.6 kg (mean = 9.4 ± 1.6) and 5.1 to 13.4 kg (mean = 9.3 ± 2.4), respectively. While the mean size of nesting females was significantly higher than non-nesting females ($t = 2.29$; $df = 47$; $p = 0.03$), no significant differences in body mass were observed ($t = 0.19$; $df = 47$; $p = 0.84$).

The total mass of stomach contents in nesting and non-nesting females were 208 and 207 g, respectively. Plant material occurred in 62% of nesting and 72% of non-nesting females stomach contents, representing about 27% and 2% of the total mass, respectively. About 24% of stomach contents of nesting females were empty while all non-nesting females stomachs had at least one food item ($U = 234.0$; $p < 0.05$; figure 3A). The number of food items in nesting females ranged from one to eight (mean = 3.2 ± 1.9) and was significantly inferior ($U = 112.5$; $p < 0.02$) to the number encountered in non-nesting females, which ranged from one to 26 (mean = 7.9 ± 7.5). The occurrence of recently ingested food items in nesting female stomach contents was only 39%. On the other hand, all non-nesting females had recently ingested prey items in their stomachs ($U = 84$; $p < 0.05$; Figure 3B).

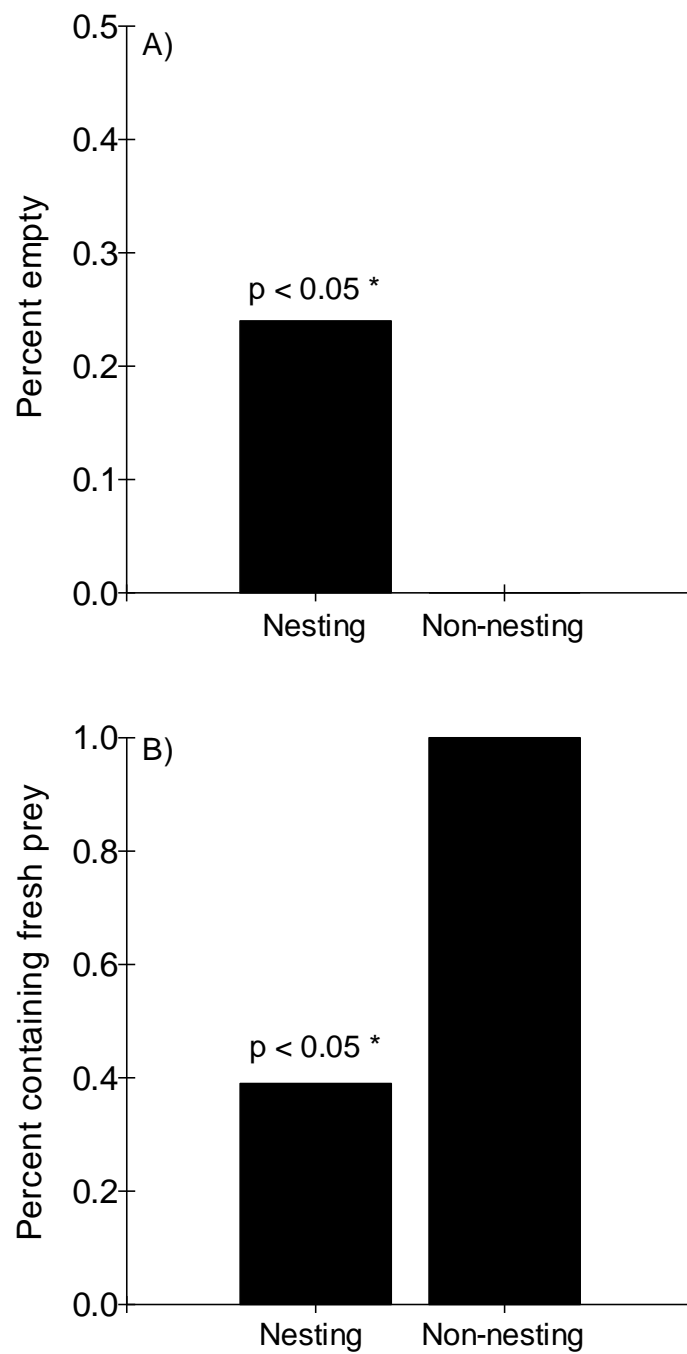


Figure 3. Incidence of empty stomachs (A) and fresh food items (B) in *Caiman crocodilus* nesting ($n = 33$) and non-nesting females ($n = 16$) in PP-SDR. See Material and Methods section for more information on the criteria for empty and fresh.

A total of 206 prey items were identified, where 70% were Terrestrial Invertebrates (TI), 15% were Fish, 8% were Molluscs, 5% were Aquatic Invertebrates (AI) and 2% were Other Vertebrates (OV). The frequency of occurrence, number of prey items and fresh/old classification for each prey item identified in nesting and non-nesting females are presented in Table 1.

Terrestrial invertebrates consumed were mainly Insects and one Chilopoda (Scolopendromorpha). The most abundant terrestrial insect orders were Hymenoptera (mainly Formicidae, but also Vespidae) and Hemiptera (mainly Cicadidae, but also Cicadellidae). Blattaria (Blaberidae), Coleoptera (Carabidae), Diptera, Isoptera and Orthoptera occurred less frequently.

Aquatic invertebrates were represented by Shrimps (Palaemonidae), Crabs (Trichodactylidae) and aquatic Hemiptera (Belostomatidae). Molluscs were all ampullarids (*Pomacea*).

The identified fish were Beloniformes (Belonidae), Characiformes (Anostomidae – *Leporinus sp.* and *Shizodon sp.*; Erythrinidae – *Hoplias sp.*; Characidae and Serrasalminae), Osteoglossiformes (Osteoglossidae), Perciformes (Cichlidae – *Pterophyllum sp.* and *Cichlozoma sp.*), Siluriformes (Auchenipteridae, Callichthyidae, Loricariidae and Pimelodidae) and Synbranchiformes (Synbranchidae).

Other vertebrates prey category consisted in one *Amphisbaena sp.* (Amphisbaenidae), two unidentified reptiles (Squamata) and one mammal (Primates – Atelidae / Cebidae).

The frequency of occurrence of Terrestrial invertebrates was not significantly different ($U = 205.6$; $p = 0.82$; Figure 4A) between nesting and non-nesting females. Aquatic invertebrates prey category was also not significantly different ($U = 157$; $p = 0.12$; Figure 4B), even though it occurred 25% more often in stomachs of non-nesting females. Molluscs only occurred in nesting female's stomach contents ($U = 205.5$; $p < 0.05$; Figure 4C). Fish comprised a significant larger part of the diet in non-nesting females ($U = 33$; $p < 0.05$; Figure 4D), since we found fish remains in 88% non-nesting females and only in one (4%) of nesting female. No significant difference was also observed in the occurrence of Other Vertebrates ($U = 191$; $p = 0.64$; Figure 4E).

Percent Containing Prey

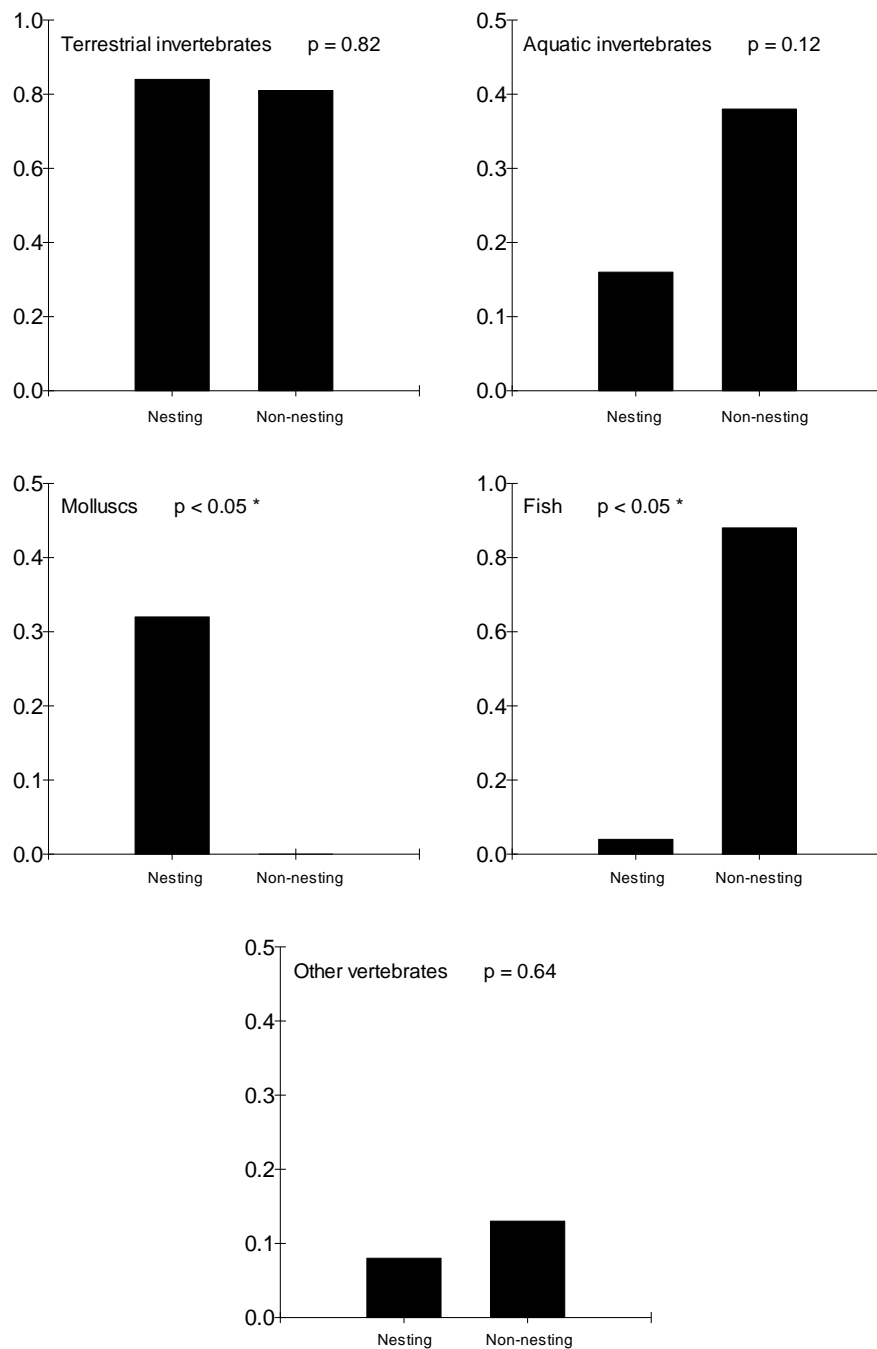


Figure 4. Incidence of prey categories found in stomach contents of *Caiman crocodilus* nesting (n = 33) and non-nesting females (n = 16) in PP-SDR. See Results section for more information on what prey items were included in each prey category.

Table 1. Occurrence (O), relative occurrence (%O), frequency (N) and relative frequency (%N) of prey items found in stomach contents of *Caiman crocodilus* nesting and non-nesting females. Prey items were identified to the lowest taxonomic level possible (see text for more information on lower classifications) and grouped into five prey categories: Terrestrial Invertebrates (TI), Aquatic Invertebrates (AI), Molluscs, Fish or Other Vertebrates (OV). Prey items were considered fresh if they had been recently ingested or had little evidence of active digestion.

Category	Order	Family	Nesting					Non-nesting				
			Occurrence		Frequency		Fresh?	Occurrence		Frequency		Fresh?
			O	%O	N	%N		O	%O	N	%N	
AI	Decapoda	Trichodactylidae	2	0,06	2	0,02	Yes	1	0,06	1	0,01	Yes
AI	Decapoda	Palaemonidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
AI	Hemiptera	Belostomatidae	2	0,06	2	0,02	No	4	0,25	4	0,03	Yes
TI	Blattaria	Blaberidae	1	0,03	1	0,01	No	0	0	0	0	---
TI	Coleoptera	Carabidae	6	0,18	9	0,11	No	2	0,13	2	0,02	No
TI	Diptera	---	2	0,06	2	0,02	Yes	5	0,31	7	0,06	Yes
TI	Hemiptera	Cicadidae	1	0,03	3	0,04	No	4	0,25	20	0,16	Yes
TI	Hemiptera	Cicadellidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
TI	Hymenoptera	Formicidae	16	0,48	36	0,44	Yes	7	0,44	51	0,4	Yes
TI	Hymenoptera	Vespidae	2	0,06	2	0,02	Yes	2	0,13	2	0,02	Yes
TI	Isoptera	---	1	0,04	1	0,01	No	0	0	0	0	---
TI	Orthoptera	---	1	0,04	1	0,01	Yes	2	0,13	2	0,02	Yes
TI	Scolopendromorpha	---	1	0,03	1	0,01	Yes	0	0	0	0	---
Mollusc	Gastropoda	Ampullariidae	8	0,24	16	0,20	No	0	0	0	0	---
Fish	Beloniformes	Belonidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
Fish	Characiformes	Anostomidae	0	0	0	0	---	2	0,13	3	0,02	Yes
Fish	Characiformes	Erythrinidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
Fish	Characiformes	Characidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
Fish	Characiformes	Serrasalminidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
Fish	Characiformes	Unidentified	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
Fish	Osteoglossiformes	Osteoglossidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	No
Fish	Perciformes	Cichlidae	0	0	0	0	---	3	0,19	3	0,02	Yes
Fish	Siluriformes	Auchenipteridae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
Fish	Siluriformes	Callichthyidae	0	0	0	0	---	6	0,38	6	0,05	Yes
Fish	Siluriformes	Loricaridae	0	0	0	0	---	2	0,13	2	0,02	Yes
Fish	Siluriformes	Pimelodidae	0	0	0	0	---	1	0,06	2	0,02	Yes
Fish	Synbranchiformes	Synbranchidae	0	0	0	0	---	1	0,06	3	0,02	Yes
Fish	Unidentified	---	1	0,04	1	0,01	No	1	0,06	2	0,02	No
OV	Squamata	Amphisbaenidae	0	0	0	0	---	1	0,06	1	0,01	Yes
OV	Unidentified reptile	---	1	0,04	1	0,01	No	1	0,06	1	0,01	No
OV	Primates	Atelidae/Cebidae	1	0,04	1	0,01	No	0	0	0	0	---
Empty	---	---	8	0,24	---	---	---	0	0	---	---	---
Total	---	---	33	1	81	1	---	16	1	125	1	---

The results of the multidimensional scaling ordination analysis (NDMS) summarized information on frequency of occurrence of prey categories of individual females in one dimension (MDS1) and demonstrate that diet composition of individual females (represented by the score values of MDS1) was significantly different between nesting and non-nesting females (Figure 5). Nesting female score values were all negative, with the exception of one nesting female that had a positive score due to the presence of old fish scales in its stomach contents (Figure 5). On the other hand, all non-nesting females had positive score values, also with the exception of a non-nesting female that only had prey items included in the TI prey category.

The ANCOVA indicated that diet composition of individual females is affected ($F = 22.449$; $p < 0,001$; Table 2) by nesting status (nesting or non-nesting) but not by female size ($F = 0.001$; $p = 0.972$; Table 2).

Table 2. Summary of analysis of covariance: effect of two independent variables (Nest and SVL) on diet composition (derived from multidimensional scaling analysis) of *Caiman crocodilus* nesting and non-nesting females in Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve.

Variables	Sum of squares	DF	Mean square	F	P	R ²
Diet composition						0.39
Nest	14.698	1	14.698	22.449	0.000	
SVL	0.001	1	0.001	0.001	0.972	
Error	24.880	38	0.655	---	---	

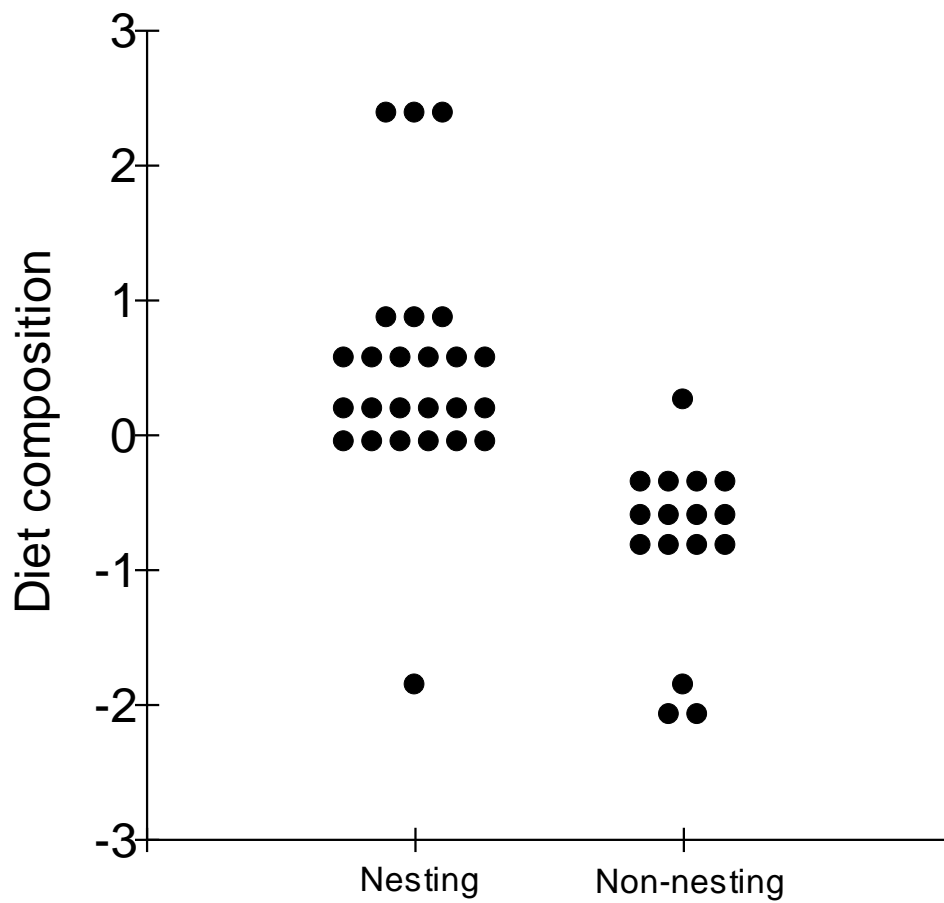


Figure 5. Diet composition (represented by score values derived from multidimensional scaling analysis, see Material and Methods section for more information) between nesting and non-nesting females of *Caiman crocodilus* in PP-SDR. Each point represents a female.

Discussion

This study was the first to examine the stomach contents of *Caiman crocodilus* nesting females and our results pointed out that these nesting females may endure periods of food deprivation during egg incubation period in the Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve (PP-SDR). Food deprivation associated with parental care is not uncommon in egg laying species (Mrosovsky & Sherry, 1980) and has already been reported in other crocodilians (Neill, 1971; Mrosovsky & Sherry, 1980), lizards, snakes (Fitch, 1970; Harlow & Grigg, 1984) and birds (Mrosovsky & Sherry, 1980; Robin *et al.*, 1988).

Feeding frequency among wild crocodilians may vary according to species, habitat, prey availability, and environmental conditions (Richardson *et al.*, 2002). Low metabolic demands (Coulson & Hernandez, 1983) and high food conversion rates (Webb *et al.*, 1991) suggest that crocodilians feed at infrequent and often at lengthy intervals (Coulson *et al.*, 1989). In our study, about 25% of *C. crocodilus* nesting females had empty stomachs while all non-nesting females had food items in their stomachs. This may suggest that they are not ingesting food on a regularly basis. However, empty stomach data alone may not be enough evidence of low rates of food intake by nesting females because reports of crocodilians with empty stomach contents in dietary studies are not unusual (e.g. *C. crocodilus* – Thorbjarnarson, 1993a; Da Silveira & Magnusson, 1999; *Crocodylus moreletii* - Platt *et al.*, 2007; *Crocodylus niloticus* – Wallace & Leslie, 2008; *Crocodylus porosus* – Taylor, 1979; *Melanosuchus niger* - Horna *et al.*, 2001; *Osteolaemus tetraspis* - Riley & Huchzermeyer, 2000). A more reliable index of feeding frequency is the prevalence of fresh prey among stomach contents (Thorbjarnarson, 1993a; Platt *et al.*, 2013a). Thereby, food deprivation on *C. crocodilus* nesting females may become more evident by looking to the fact that only about 40% of the non-empty stomachs in nesting females contained fresh or partially digested remains. This contrasts with the observations on non-nesting females, where all stomach contents had fresh prey items.

Most prey items that we encountered in stomach contents of *C. crocodilus* in PP-SDR were similar (even though the relative proportions may be different) to

other studies performed in different areas of the Brazilian Amazon (Magnusson *et al.*, 1987; Da Silveira & Magnusson, 1999), in the Peruvian Amazon (Lavery & Dobson, 2013) and in Venezuela (Ayarzagüena, 1983; Staton & Dixon, 1975; Thorbjarnarson, 1993a). On the other hand, some prey items that we encountered have not been yet reported in dietary studies of *C. crocodilus*. The first is an *Amphisbaena* sp. (Squamata: Amphisbaenidae) and occurred in the stomach content of a non-nesting female. Amphisbaenas are fossorial reptiles of subterranean habits and may occur at low densities in the PP-SDR (Waldez *et al.*, 2013). The second item is a Primate and was consumed by a nesting female. Even though we were not able to identify the species yet, by analyzing hair cuticular and medullar patterns (Quadros, 2002; Ingberman & Monteiro-Filho, 2006; Quadros & Monteiro-Filho, 2006) we suspect that the specimen may be an Atelidae (*Alouatta* sp.) or Cebidae (*Sapajus apella* or *Saimiris sciureus*). *S. apella* is a known nest predator in Central Amazonia, responsible for about 80% of depredation events on nests of *C. crocodilus* and *Melanosuchus niger* in PP-SDR (Marioni *et al.*, 2007; Barão-Nóbrega *et al.*, in press). Species of the genus *Saimiris* have also have reported as potential nest predator of *C. crocodilus* nests (Barboza *et al.*, 2012). A nest predator that ends up becoming the prey is a plausible hypothesis because it was already been documented that attending females of *Crocodylus niloticus* and *Alligator mississippiensis* may capture and consume unaware nest predators (Mrosovsky & Sherry, 1980; Delany & Abercrombie, 1986).

We have grouped prey items within prey categories that we believe may reflect different foraging modes used by caimans. However, some important points that may confound interpretation, in this type of dietary analysis based on stomach contents, should be noted. For example, alligators are unable to digest chitin (Garnett, 1985), which occurs in insect exoskeleton and snail opercula. Also, different prey types will be digested at different rates and those indigestible body parts may accumulate in the stomach (Diefenbach, 1975; Garnett, 1985). Nevertheless, as our analysis is based on comparisons within prey categories, bias from these sources are probably minimal (Magnusson *et al.*, 1987; Thorbjarnarson, 1993a).

No significant difference was observed in the occurrence of terrestrial invertebrates between nesting and non-nesting females. However, due to prey dimensions, with the exception of centipedes (Chilopoda: Scolopendromorpha), coleopterans (Carabidae) and maybe crickets (Orthoptera) most of the occurrences of terrestrial invertebrates in the stomach contents of nesting females could be due to accidental ingestion because it is unlikely that nesting females behave opportunistically or actively seek out certain prey items (e.g. ants, termites, flies). Even though, some authors have suggested that insect remains found in crocodilian stomachs can be acquired by secondary ingestion (Neill, 1971; Jackson *et al.*, 1974; Wolfe *et al.*, 1987) we found no evidence to indicate that secondary ingestion is a significant source of insect remains for nesting females. On the other hand, although some non-nesting may have acquired insect remains through secondary ingestion (e.g. fish) in most feeding situations this proportion is probably insignificant (Webb *et al.*, 1982).

Although not statistically significant, the occurrence of aquatic invertebrates was superior in non-nesting females. Unlike prey items from insect orders included in the Terrestrial Invertebrates prey category (which are exclusively terrestrial and may be found near the nest), belostomatids have aquatic habits and tend to occur mostly on water's edge, where they may even prey upon aquatic crustaceans (Rafael *et al.*, 2012). For that reason, we chose to group crustaceans and aquatic beetles (Belostomatidae) in the same prey category, even though other authors may suggest otherwise due to different digestibility rates (Delany & Abercrombie, 1986; Magnusson *et al.*, 1987). Nonetheless, recently ingested belostomatid remains were only found in non-nesting females. On the other hand, and despite its low occurrence, crustaceans, which may be underestimated due to their rapid digestion (Delany & Abercrombie, 1986) were found in stomach contents of both female groups (nesting and non-nesting), suggesting foraging activity by nesting females to an nearby water body.

Overrepresentation of prey items containing chitin may be avoided in a diet study if they are categorized as fresh or old (Thorbjarnarson, 1993a; Barr, 1997; Rice, 2004). Although molluscs (*Pomacea*) occurred only in nesting female's stomach contents, this prey type may be overrepresented because all remains

were chitinous opercula (Delany & Abercrombie, 1986; Rice, 2004). The lack of occurrence of molluscs in the stomach contents of non-nesting females is in agreement with previous data collected in Anavilhanas Archipelago (Brazilian Amazon), where *Pomacea* occurred only in 2% of the analyzed stomach contents of *C. crocodilus* (Da Silveira & Magnusson, 1999). Low incidence of this prey type in caiman stomachs during the dry season was also reported in the Venezuelan Llanos (Fitzgerald, 1988; Thorbjarnarson, 1993a).

Fish is an important prey group for many adult crocodilian species (Delany & Abercrombie, 1986; Thorbjarnarson, 1993a; Delany *et al.*, 1999; Da Silveira & Magnusson, 1999; Wallace & Leslie, 2008). The high incidence of fish in the diet of non-nesting females is in accordance with previous studies, where fish is the principal prey item for adult caimans (Staton & Dixon, 1975; Da Silveira & Magnusson, 1999). The low rates of fish consumption by *C. crocodilus* nesting females could be related to foraging strategies and to habitat occupied by nesting and non-nesting females during nesting season. While nesting females enter the forest, where they spend most of their time during incubation period (Marioni *et al.*, 2007), non-nesting females, free from the costs associated with reproduction, usually occur in the canals (Ayarzagüena, 1983; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008). It has already been suggested that the habitat may have a major influence on diet composition of crocodilians (Magnusson *et al.*, 1987; Seijas, 1988; Santos *et al.*, 1996; Horna *et al.*, 2001).

The occurrence of other vertebrates (reptiles and mammals) in the stomach contents of *C. crocodilus* was very low (8% and 15% in nesting and non-nesting females, respectively). Thus, only one of the four items encountered was recently ingested. The low occurrence of this prey category was not unexpected because data from previous studies on dietary composition of *C. crocodilus* in the Amazon and Venezuela indicate that, with exception of fish, the relative occurrence of vertebrates is below 20% (Ayarzagüena, 1983; Staton & Dixon, 1975; Magnusson *et al.*, 1987; Thorbjarnarson, 1993a; Da Silveira & Magnusson, 1999).

Plant material, which is not digested by crocodilians (Coulson & Hernandez, 1983), occurred both on nesting and non-nesting females and was probably accidentally ingested (Da Silveira & Magnusson, 1999). Even though some authors

may have reported evidence of frugivory in several crocodilian species (Platt *et al.*, 2013b), no fruit seeds were encountered among plant material found on our *C. crocodilus* stomach contents.

The diet of crocodilians can vary with age, size, habitat, season, year and prey availability (Webb *et al.*, 1982; Delany & Abercrombie, 1986; Lang, 1987; Delany & Abercrombie, 1986; Magnusson *et al.*, 1987; Gorzula & Seijas, 1989). However, in our study the factor most likely to induce significant difference in diet composition and feeding frequency of nesting females may be nest attendance. Even though *C. crocodilus* nesting females may undergo a period of food deprivation it is possible that they may leave the nest unattended and head to nearest water body in order to feed. We found a few crustacean remains in two stomach contents of nesting females. Crustaceans are digested quite easily (Garnett, 1985) so the chance of the remains being a by-product of a very old meal may be short. Leaving the nest unattended for irregular periods of time was already registered in *A. mississippiensis* (Joanen & McNease, 1989) and *Alligator sinensis* (Wang *et al.*, 2011).

Low metabolic demands of crocodilians (Coulson & Hernandez, 1983) may be a key factor for nesting females to survive in periods of low food intake, especially after all associated reproduction costs. However, in order to generalize the results from this study it will be necessary to obtain more stomach contents of *C. crocodilus* nesting females and in different habitats and/or different areas of de Amazon. Also, without data on movements of nesting females it is difficult to determine if nesting females undertake regular journeys between nest and water in order to feed or for hydration purposes (Lane, 1996; Coppo *et al.*, 2006). Future studies should attempt to combine more detailed information on nesting female movements (e.g. radio-telemetry) with information on diet and body condition. This is especially important because body condition may influence parental care decisions (Dearborn, 2001; Huang, 2007) and it was already suggested that the degree of nest attendance by females may be variable (Ayarzagüena, 1983).

Capítulo IV – Condição corporal e parâmetros sanguíneos das fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos de *Caiman crocodilus* na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus

Introdução

Em Ecologia, o conceito de “condição” é geralmente utilizado como referência ao estado de saúde geral de um organismo ou população (Stevenson & Woods Jr., 2006; Kaufman *et al.*, 2007). Nas últimas décadas, os esforços de pesquisa dedicados à conservação das espécies, além de avaliar aspectos como padrões biogeográficos, estrutura de comunidades ou dinâmica populacional, começaram também a ter em conta aspectos relacionados à saúde e condição dos indivíduos (Deem *et al.*, 2001; Primack & Rodrigues, 2001; Stevenson & Woods Jr., 2006; Mazzotti *et al.*, 2009). Considerando que populações saudáveis são essenciais para a manutenção dos ecossistemas, então indivíduos saudáveis e capazes de se reproduzir são também necessários para a manutenção das populações onde estão inseridos (Munson & Karesh, 2002). Neste sentido, a análise física externa em busca de sintomas que indiquem alguma anormalidade ou patologia, desempenha um papel diagnóstico importante, uma vez que permite ao pesquisador ter uma primeira aproximação sobre o estado de saúde dos indivíduos, e naturalmente, da população (Zweig, 2003; Padilla-Paz, 2008; González-Avila, 2010).

Os índices de condição corporal foram originalmente desenvolvidos para avaliar o índice de gordura relativa em espécies de peixes (LeCren, 1951; Cone, 1989). No entanto, estes têm sido uma ferramenta útil em várias áreas da Ecologia (Moya-Laraño *et al.*, 2008; Camera *et al.*, 2011), uma vez que permitem avaliar variáveis como saúde ou estado nutricional (Hayes & Shonkwiler, 2001), que de maneira geral são extremamente difíceis de quantificar (Stevenson & Woods Jr., 2006; Gonzalez-Avila, 2010). Por esse motivo, a análise da condição corporal, sendo um método que usa relativamente pouca informação (Zweig, 2003) tem vindo a ser cada vez mais utilizada como forma de quantificar a

condição física dos organismos (Atkinson & Ramsay, 1995; Green, 2001; Moya-Laraño *et al.*, 2008; Mazzotti *et al.*, 2009). Por outro lado, a condição corporal pode ser uma medida bastante volátil, uma vez que fatores como densidade de animais, profundidade da água, precipitação, habitat, temperatura ambiente, ou mesmo os regimes de inundação sazonal podem alterar dramaticamente a condição dos organismos num espaço de tempo relativamente curto (Coulson & Hernandez, 1983; Lewis & Gatten, 1985; Rice *et al.*, 2007; Fujisaki *et al.*, 2009; Seebacher *et al.*, 2003). Para melhor interpretar a condição corporal, alguns estudos tentaram relacionar os valores observados com aspectos fisiológicos (Gau & Case, 1999; Kitaysky *et al.*, 1991; Milner *et al.*, 2003; Padilla-Paz, 2008) ou da biologia geral, como por exemplo, seleção de um parceiro para acasalamento, dispersão territorial e mortalidade (Shine *et al.*, 2001; Jessop *et al.*, 2003; Grorud-Colvert & Sponaugle, 2006; Stevenson & Woods Jr., 2006). De maneira geral, indivíduos com melhor condição corporal tendem a apresentar maior sucesso reprodutivo (Atkinson & Ramsay, 1995; Robin *et al.*, 1988; Naulleau & Bonnet, 1996; Jessop *et al.*, 2004; Kaufman *et al.*, 2007), em função de possuírem maior quantidade de reservas energéticas (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005)

A análise de sangue é também uma ferramenta útil em estudos de Ecologia e Conservação, uma vez que com uma pequena quantidade deste tecido é possível ter acesso a um grande leque de informações, tanto de caráter clínico como biológico, sobre as condições que afectam o estado de saúde do indivíduo (Padilla-Paz, 2008). A análise bioquímica do plasma sanguíneo permite avaliar parâmetros relacionados com o estado fisiológico dos indivíduos e complementar os índices de condição corporal, uma vez que se a concentração de elementos altamente energéticos (e.g. triglicerídeos) se encontrarem positivamente correlacionados com o índice de condição corporal, é possível utilizar o índice como maneira rápida e eficiente de estimar as reservas energéticas existentes na espécie ou grupo alvo (Stevenson & Woods Jr., 2006; Kaufman *et al.*, 2007). Além disso, a determinação dos níveis plasmáticos de hormonas associadas ao stress e de metabólitos importantes como a glicose ou o lactato, possibilita a quantificação da resposta do indivíduo quando exposto a um factor de stress,

como é o caso da captura, contenção e manuseio pós-captura (Lance *et al.*, 2000; Franklin *et al.*, 2003; Innis *et al.*, 2009).

Em crocodilianos, tentativas de quantificar (Zweig, 2003) e relacionar a condição corporal dos indivíduos com parâmetros ambientais (Fujisaki *et al.*, 2009; Mazzotti *et al.*, 2009; Cedeño-Vasquez *et al.*, 2011; Mazzotti *et al.*, 2012), dieta (Santos *et al.*, 1996; Delany *et al.*, 1999; Rice, 2004), crescimento (Elsey *et al.*, 1992; Saalfeld *et al.*, 2008), parasitologia e hematologia (Padilla-Paz, 2008) foram realizadas. Contudo, parece ainda não existir qualquer tipo de informação sobre como aspectos associados à reprodução (e.g. produção e postura dos ovos, construção e manutenção do ninho, entre outros) podem influenciar a fisiologia e condição corporal das fêmeas nidificantes durante o período de nidificação (Mazzotti *et al.*, 2012).

Pelo menos três das quatro espécies de crocodilianos que ocorrem na Amazônia constroem os seus ninhos em habitats de várzea durante a época de seca anual, quando os níveis da água na bacia Amazônica estão nos seus valores mínimos (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000; Da Silveira *et al.*, 2010; Villamarín *et al.*, 2011). De maneira geral, os seus ninhos são construídos em forma de montículos com material vegetal em decomposição, geralmente perto de lagos ou canais permanentes (Campos, 2003). A quantidade de fêmeas nidificantes em cada estação reprodutiva parece estar relacionada com a precipitação nos meses que antecedem o período de nidificação e pode variar entre 40% e 75% do número total de fêmeas com potencial reprodutivo (Webb & Manolis, 1989; Guillette *et al.*, 1997; Alderton, 1991; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008). Durante a nidificação, enquanto as fêmeas nidificantes se retiram para os locais onde construirão o seu ninho, machos e fêmeas não nidificantes permanecem em canais de água corrente (Ayarzagüena, 1983; Medem, 1983; Lance, 1989; Thorbjarnarson, 1994; Thorbjarnarson, 1996; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008).

Caiman crocodilus é a espécie mais generalista quando se consideram os locais para construção dos ninhos, uma vez que é possível encontrar ninhos a centenas de metros no interior da floresta adjacente aos corpos hídricos (Marioni *et al.*, 2007; Da Silveira *et al.*, 2010). Isto pode ser interpretado como uma

estratégia contra o regime de inundação sazonal, uma vez que nas partes mais altas do interior da floresta, o pulso de inundação anual (Junk, 1997; Junk *et al.*, 2010) demora mais a alcançar os ninhos, reduzindo assim a perda de ovos por alagação (Villamarín *et al.*, 2011). Este comportamento pode ser também um importante factor de influência na condição corporal da fêmeas nidificantes (Mrosovsky & Sherry, 1980), uma vez que as fêmeas de *C. crocodilus* geralmente constroem os seus ninhos longe das margens dos corpos hídricos e ficam a guarda-los escondidas na vegetação durante todo o período de incubação (Ayarzagüena, 1983; Da Silveira *et al.*, 2010; Velasco & Ayarzagüena, 2010). Por outro lado, as fêmeas nidificantes *Melanosuchus niger*, uma espécie simpátrica de *C. crocodilus* (Da Silveira *et al.*, 1997), apresentam uma estratégia de nidificação diferente e constroem os seus ninhos em locais próximos das margens de lagos isolados do canal de água principal. Durante o período de incubação dos ovos as fêmeas de *M. niger* permanecem próximas do ninho, geralmente dentro de água, e defendem-no agressivamente contra potenciais predadores (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000; Thorbjarnarson, 2010). Apesar de a estratégia de nidificação de *M. niger* ser diferente, os seus ninhos também se encontram protegidos das fases iniciais da subida anual do nível da água por estarem localizados longe de corpos hídricos permanentes (Da Silveira *et al.*, 2010; Villamarín *et al.*, 2011).

Em função do cuidado parental prestado pela fêmea, fatores como a localização do ninho ou o tempo de incubação dos ovos (i.e. à quanto tempo a fêmea está a guardar o ninho), podem influenciar a condição corporal e fisiológica de fêmeas que nidificam no interior da floresta. Além disso, como *C. crocodilus* é uma espécie que ocupa zonas mais terrestres (Marioni *et al.*, 2007) é importante ter em consideração a influência da desidratação na análise condição corporal (Cook *et al.*, 2001). Para *Alligator mississippiensis* foi registado que a perda de água por evaporação está diretamente relacionada com a temperatura e inversamente relacionada com o tamanho corporal (Ross, 1989), sendo que crocodilianos jovens podem perder até cerca de 20% do seu peso em água diariamente devido à desidratação (Coppo *et al.*, 2006). Assim sendo, procurar relação entre o índice de condição corporal e elementos plasmáticos como o ácido úrico (principal meio de excreção de compostos nitrogenados em

crocodilianos desidratados; Khalil e Haggag, 1958; Coulson & Hernandez, 1959; Ross, 1989), pode ser uma ferramenta útil. Da mesma forma, os índices de condição corporal podem ser usados no campo como uma primeira aproximação da condição de saúde e taxas de hidratação em quelônios (Nagy *et al.*, 2002; Stevenson e Woods Jr., 2006).

Desta forma, informações adicionais sobre condição corporal e sua relação com diversos parâmetros sanguíneos poderão ser muito importantes para programas de monitoramento e conservação, especialmente aqueles que se baseiam na procura de ninhos e/ou captura das fêmeas (e.g. Campos *et al.*, 2008; Botero-Arias & Marioni, 2013). Estas informações poderão também ajudar a entender melhor como o estado fisiológico da fêmea, enquanto guarda o ninho, influencia a sua resposta à captura. Vários autores já sugeriram que algumas fêmeas podem abandonar o ninho depois de serem capturadas (*C. crocodilus* - Staton & Dixon, 1977; *Caiman yacare* – Crawshaw & Schaller, 1980; *Crocodylus porosus* - Magnusson, 1982; *Crocodylus acutus* - Mazzotti, 1989).

Diante deste contexto, o objetivo geral deste capítulo foi avaliar como alguns aspectos associados à nidificação podem influenciar a condição corporal e estado fisiológico das fêmeas de *Caiman crocodilus* na várzea (floresta sazonalmente inundada) da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus (RDS-PP), Amazônia Central. Especificamente, as seguintes questões foram abordadas: 1) A condição corporal das fêmeas que nidificaram é diferente da condição corporal daquelas que não nidificaram? 2) Fêmeas nidificantes apresentam níveis sanguíneos de glicose, triglicerídeos, lactato e ácido úrico diferentes de fêmeas não nidificantes? 3) Existe relação entre a condição corporal e os parâmetros sanguíneos acima descritos? 4) Qual o efeito da distância a que se localizam os ninhos no interior da floresta ou do tempo de incubação dos ovos na condição corporal e parâmetros sanguíneos das fêmeas nidificantes? 5) Os resultados da avaliação da condição corporal e parâmetros sanguíneos de fêmeas nidificantes de jacaretinga (*C. crocodilus*) refletem os padrões de nidificação característicos da espécie ou aplicam-se também para jacaré-açu (*Melanosuchus niger*)?

Material e Métodos

Procura de ninhos

Este estudo foi realizado durante a época de nidificação de *Caiman crocodilus* (Marioni *et al.*, 2007) nas florestas de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus (RDS-PP), entre novembro e dezembro de 2012 (para mais informações sobre a área de estudo, ver capítulo II). A equipa de procura de ninhos foi composta por dois pesquisadores e um ou dois assistentes locais, caminhando ao longo das margens e floresta adjacente a 14 corpos hídricos (ver Figura 13 no Anexo I).

Apesar de na várzea ser possível encontrar ninhos até centenas de metros no interior da floresta (Da Silveira *et al.*, 2010), o nosso esforço de procura de ninhos concentrou-se maioritariamente até 100 metros no interior da floresta (Barão-Nóbrega, 2011). Isto porque, pelo menos na RDS-PP, aproximadamente 90% dos ninhos existentes na área se encontram a distâncias inferiores a 100 metros do limite da floresta (Boris Marioni, dados não publicados). Sempre que um ninho de *C. crocodilus* era localizado as suas coordenadas geográficas foram registadas com um GPS (*Global Positioning System*) e a sua distância em linha reta até ao limite da floresta (rumo ao corpo hídrico mais próximo) foi medida com um hip-chain[®]. Esta medição foi feita apenas em ninhos onde se capturou a respetiva fêmea.

Idade do ninho

Foi coletado um ovo fértil em cada ninho para se poder estimar a sua idade (i.e. à quanto tempo a fêmea ovopositou). Os ovos férteis foram identificados pela presença da banda opaca, que surge durante a fixação do embrião à superfície interna da casca, sendo que o estágio de desenvolvimento do embrião pode ser avaliado pelas dimensões da banda, que aumenta durante o período de incubação até tornar-se impercetível (Ferguson, 1985; Verdade, 1995). Os ovos removidos foram armazenados para transporte no interior de um frasco de plástico opaco, contendo uma camada de material vegetal húmido obtida no

interior do ninho. Os restantes ovos foram contados, medidos (comprimento e largura) e pesados antes de serem devolvidos ao ninho, aproximadamente na mesma orientação em que se encontravam mesmo antes da sua remoção (Webb *et al.*, 1983). Os dados de contagem e morfometria não foram incluídos na análise (ver Anexo I para informações sobre os valores obtidos). Todos os procedimentos descritos acima foram feitos apenas em ninhos onde se capturou a respetiva fêmea.

Todos ovos coletados foram sacrificados para que o comprimento total do embrião (desde a ponta do focinho até à ponta da cauda) fosse medido com um paquímetro de precisão 0,05 mm (Crawshaw, 1987; Campos *et al.*, 2008). Estes valores foram usados para estimar a idade do ninho (i.e. tempo de incubação dos ovos). Considerando que até ao presente momento ainda não foi descrita nenhuma equação que relacione o tamanho do embrião com o tempo de incubação dos ovos para *C. crocodilus* na Amazónia Central, a estimativa foi realizada com base na equação descrita para embriões de *C. yacare* (Crawshaw, 1987) estudados no Pantanal Matogrossense (Brasil).

Captura das fêmeas

Foi feita uma procura em redor do ninho num raio de um a dez metros para tentar localizar a respetiva fêmea (Marioni *et al.*, 2007). Quando localizadas, as mesmas foram capturadas e fisicamente restringidas com cambão (Ketch-All Animal Restraining Pole), cordas e fita (Da Silveira *et al.*, 1997). Depois de devidamente imobilizadas, as fêmeas foram medidas (comprimento rostro cloacal – CRC) com uma fita métrica metálica graduada em centímetros e pesadas com dinamómetros Pesola® de capacidade compatível.

Durante o mesmo período foram também capturadas fêmeas adultas maduras, não nidificantes (Ayarzagüena, 1983; Thorbjarnarson, 1994; Thorbjarnarson, 1996), o que no caso de *C. crocodilus* compreende todas as fêmeas com um CRC superior a 60 cm (Staton & Dixon, 1977; Souza *et al.*, 2010). Para minimizar o risco de capturar uma fêmea nidificante fora do ninho (Wang *et al.*, 2011), a procura das fêmeas não nidificantes de *C. crocodilus* na RDS-PP, foi efetuada em corpos hídricos de água corrente (paraná) a uma distância de 200 a 1000 metros

dos locais onde havia registros de ninhos. Essa decisão foi apoiada em um estudo de telemetria realizado na RDS Mamirauá (mesmo habitat que a RDS-PP) que indicou que, geralmente, fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* não se afastam muito do ninho (Da Silveira *et al.*, 2010). Adicionalmente, por motivos de comparação e em função da baixa frequência de encontro de fêmeas durante as noites de procura (variando entre zero a três por noite), foram também capturados machos de tamanho comparável ($60 \leq \text{CRC} \leq 90$). As informações obtidas nos machos foram usadas como um segundo grupo controle na comparação entre fêmeas nidificantes e fêmeas não nidificantes.

A captura destes machos e fêmeas não nidificantes foi realizada durante a noite em dez sessões de procura a bordo de um barco de alumínio (4,5 m de comprimento) com motor de 15-HP, usando uma vara com laço metálico removível (Da Silveira *et al.*, 2010). A localização de cada animal na água foi feita pela visualização do brilho avermelhado nos olhos exibido quando estes são iluminados por um foco de luz (Da Silveira *et al.*, 1997; Da Silveira *et al.*, 2008). Este brilho é provocado pelo reflexo da luz numa membrana presente nos olhos de todos os crocodilianos, denominada *tapetum lucidum* (Messel *et al.*, 1981). Quando capturados, os animais foram imobilizados para que pudessem ser medidos e pesados (ver parágrafo imediatamente acima). O sexo dos indivíduos foi determinado pela observação direta das genitálias usando uma pinça para separar as bordas da cloaca (Ziegler & Olbort, 2007). Para cada animal capturado, as coordenadas geográficas do local de captura foram registradas com GPS *Garmin*® 78s.

Coleta de sangue

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após a imobilização do animal, dentro de um intervalo máximo de 15 minutos após a captura (Guillette *et al.*, 1997) e antes do manuseio para a morfometria. Foram coletados aproximadamente 5 mL de sangue na região do seio occipital, entre a primeira escama occipital e a base da cabeça (Sykes IV & Klaphake, 2008), com o auxílio de seringas estéreis (Rossini *et al.*, 2011) acopladas a agulhas 22G x 1" (0,7 x 25 mm). Em seguida, as amostras de sangue foram imediatamente transferidas para

tubos contendo heparina lítica (Vacuplast™) e acondicionados em gelo (Padilla-Paz, 2008). A escolha da heparina deveu-se ao fato deste ser o anticoagulante mais recomendado para répteis (Frye, 1991). Além disso, tem sido registrado na literatura casos de hemólise associada ao uso do EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) como anticoagulante (Sykes IV & Klaphake, 2008).

O processamento das amostras de sangue coletado foi iniciado assim que a equipa regressava ao flutuante de pesquisas. As análises foram realizadas num laboratório improvisado naquele local. O sangue foi centrifugado a 6.400 rpm durante cinco minutos. O plasma de cada animal foi transferido para um tubo de criogenia (2 mL) e imediatamente congelado em nitrogénio líquido. O tempo entre a coleta e a separação do plasma variou de uma a doze horas (média \pm DP = 5 ± 3 horas). Ao regressar à cidade de Manaus, o plasma foi armazenado num ultrafreezer (Sanyo Corp., USA) a uma temperatura de -85°C no Laboratório de Fisiologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) até ser analisado.

Não foi possível capturar a mesma fêmea nidificante mais que uma vez ao longo do período de nidificação, uma vez que a primeira captura parece influenciar o comportamento da fêmea em visitas subsequentes (Staton & Dixon, 1977). No entanto, a captura de diferentes fêmeas permitiu obter independência estatística entre as amostras de sangue coletadas (Jessop *et al.*, 2003).

Índice de condição corporal – Fator de Fulton “K”

O índice de condição corporal foi estimado de acordo com o Fator de Condição Corporal de Fulton “K” (Ricker, 1975; Nash *et al.*, 2006). Este valor foi calculado com base na seguinte equação: $K = (\text{Massa corporal}/\text{CRC}^b) * 10^n$, onde $b = 3$ e $n = 5$ (Cone, 1989).

A utilização deste índice pode ser controversa, uma vez que pressupõe um crescimento isométrico, ou seja, um coeficiente de alometria (b) igual a 3, para que o valor K seja independente das medidas corporais usadas (Green, 2001). Considerando que para *Alligator mississippiensis* a capacidade deste índice em evidenciar diferenças na condição corporal é aproximadamente igual, quer usando o valor teórico $b = 3$ ou o valor real (K_b), mesmo quando este último é

significativamente diferente de 3 (Zweig, 2003), optou-se por investigar se o coeficiente b se diferencia do valor teórico = 3 também em *C. crocodilus*. Para isso foi aplicado um teste de t-student (Zar, 1999).

Análise Bioquímica

A análise bioquímica do plasma sanguíneo foi feita no Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas, localizado na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas. Os parâmetros bioquímicos glicose, triglicerídeos, lactato e ácido úrico foram determinados em sistema automatizado (Cobas Mira Plus[®]), utilizando kits comerciais (LabTest[™]) de reação colorimétrica específicos para cada metabólito (Glicose liquiform, Lactato liquiform, Triglicérides liquiform e Ácido úrico liquiform, respetivamente). Adicionalmente, outros parâmetros bioquímicos foram também determinados, mas não incluídos na análise (para mais informações ver Tabela 5 no Anexo I).

Análise Estatística

Todas as variáveis analisadas foram submetidas ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1999), para averiguar se a sua distribuição se ajusta à distribuição normal. Em duas situações (glicose e ácido úrico), foi necessário aplicar uma transformação através de logaritmo, de forma a obter uma aproximação à distribuição normal (Roberts, 2008). Quando a distribuição, mesmo transformada, se demonstrou diferente da distribuição normal (triglicerídeos e lactato) usou-se estatística não paramétrica. Todas as análises descritas nos parágrafos seguintes foram executadas no programa Systat 8.0 (Systat 8.0, SPSS Inc., Chicago).

Para determinar a existência de diferença significativa na condição corporal entre fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA), seguido de um teste post-hoc de Tukey ($p < 0,05$).

Foi aplicado um teste não-paramétrico de Mann-Whitney (Zar, 1999) para determinar possíveis diferenças nos tempos de coleta de sangue (intervalo em minutos entre o início da captura e a retirada do sangue) entre as capturas junto

ao ninho (fêmeas nidificantes) e as capturas na água (machos e fêmeas não nidificantes).

Nos parâmetros bioquímicos glicose, lactato e ácido úrico foi feita uma ANOVA, seguido de um teste post-hoc de Tukey ($p < 0,05$), para determinar se existem diferenças significativas entre fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos. No caso dos triglicerídeos e do lactato, foi utilizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis (Zar, 1999) para se verificar eventuais diferenças.

A relação entre a condição corporal e os níveis de glicose, triglicerídeos, lactato e ácido úrico foi analisada por correlação linear de Pearson. Fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos foram analisados em separado.

A relação entre as variáveis relativas ao ninho (idade e distância) com a condição corporal e parâmetros sanguíneos das fêmeas nidificantes foi também avaliada por correlação linear de Pearson. Nesta análise, apenas foram incluídos ninhos encontrados até 100 metros no interior da floresta. Como a relação entre a condição corporal e a distância do ninho ao limite da floresta não demonstrou ser linear, foi feita uma transformação através de logaritmo (Magnusson & Mourão, 2003).

Comparação com jacaré-açú (*Melanosuchus niger*)

Os resultados da condição corporal e parâmetros sanguíneos entre fêmeas nidificantes, não nidificantes e machos de *C. crocodilus*, obtidos neste estudo, foram comparados com os obtidos também por nós (usando o mesmo protocolo), durante a mesma estação reprodutiva (entre outubro e novembro) para *M. niger* (fêmeas nidificantes, machos e fêmeas não associadas a ninhos), nas florestas de várzea da RDS-Mamirauá (mesmo habitat que a RDS-PP). A RDS-Mamirauá está localizada a aproximadamente 250 km a noroeste da nossa área de estudo (ver Villamarín *et al.*, 2011 para mais informações sobre a localização e características da RDS- Mamirauá). A espécie *M. niger* foi escolhida pelo fato de ser simpátrica com *C. crocodilus* (Da Silveira *et al.*, 1997; Da Silveira *et al.*, 2008) e por apresentar uma estratégia de nidificação diferente. As fêmeas de *M. niger* nidificam, principalmente nas margens de lagos isolados do canal de água principal (Paranã), sendo que é raro encontrar ninhos no interior da floresta a mais de 20 metros da interface floresta-lago (Herron *et al.*, 1990; Da Silveira *et al.*, 1997; Villamarín *et al.*, 2008; Villamarín *et al.*, 2011).

Resultados

Foram localizados 118 ninhos de *Caiman crocodilus* no interior das florestas de várzea da RDS-PP, entre novembro e dezembro de 2012. A distância destes, em linha reta, até o limite da floresta variou de zero a 130 metros (média \pm DP = 55 ± 31 metros), sendo que apenas seis ninhos (5%) estavam localizados a mais de 100 metros no interior da floresta. O comprimento total dos embriões sacrificados para estimar a idade do ninho variou entre 46,1 e 239,0 mm (média \pm DP = $163,7 \pm 51,5$ mm), o que corresponde a uma variação na idade dos ninhos de entre 16 a 60 dias (média \pm DP = 40 ± 13 dias).

O comprimento rostro-cloacal (CRC) das 49 fêmeas nidificantes capturadas variou de 65,8 a 92,0 cm (média = $76,5 \pm 5,0$ cm) e a massa corporal de 5,9 a 16,6 kg (média = $9,7 \pm 2,0$ Kg). Adicionalmente conseguimos também capturar outra fêmea nidificante (CRC = 78,8 cm; massa = 10,8 kg) que já tinha ultrapassado a fase de incubação dos ovos (F_{ninhada}). Esta fêmea foi encontrada durante a noite no canal de água principal, juntamente com a sua ninhada. O CRC e massa corporal médios dos 23 filhotes foram de $11,2 \pm 0,5$ cm e 34 ± 4 g, respetivamente.

Durante o mesmo período foram também capturadas 16 fêmeas não nidificantes e 27 machos. O CRC destas fêmeas não nidificantes variou de 61,0 a 79,8 cm (média = $72,3 \pm 6,3$ cm) e a massa corporal de 5,1 a 13,4 kg (média = $9,3 \pm 2,4$ kg). Por sua vez, o CRC dos machos capturados variou de 62,4 a 92,4 cm (média = $76,3 \pm 8,0$ cm) e a massa corporal de 5,0 a 17,4 kg (média = $10,5 \pm 3,2$ kg). Não ocorreram diferenças significativas entre o CRC de fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes e machos ($F = 2,84$; $p = 0,07$).

A relação entre a massa corporal e o CRC dos 93 indivíduos capturados apresentou um coeficiente de alometria significativamente diferente do valor teórico 3 ($b = 2,95$; $p < 0,05$; Figura 6). No entanto, ao analisar somente o coeficiente de alometria dos 44 indivíduos capturados na água (machos e fêmeas não nidificantes), observamos que o respetivo coeficiente de alometria não apresentou diferença significativa em relação ao valor teórico 3 ($b = 3,003$; $p = 0,17$).

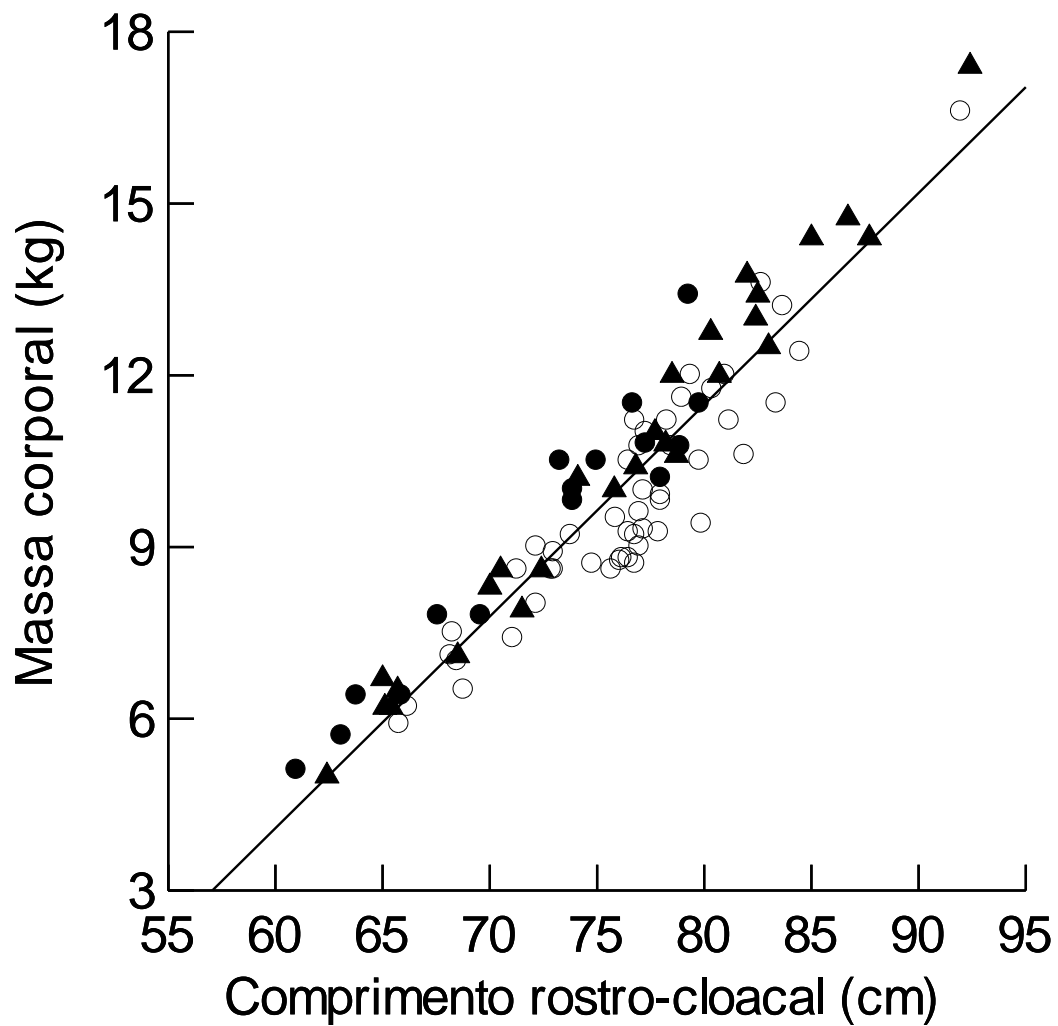


Figura 6. Relação entre o comprimento rostro-cloacal e a massa corporal dos 93 indivíduos de *Caiman crocodilus*, capturados entre novembro e dezembro de 2012 na RDS-PP. Cada ponto representa um animal. Círculos abertos representam fêmeas nidificantes, círculos fechados representam fêmeas não nidificantes e triângulos fechados representam machos de tamanho comparável.

O fator de condição corporal de Fulton “K” variou de 1,84 a 2,47 (média \pm DP = $2,16 \pm 0,16$) nas fêmeas nidificantes, de 2,15 a 2,69 (média \pm DP = $2,39 \pm 0,17$) nas fêmeas não nidificantes e de 2,05 a 2,51 (média \pm DP = $2,3 \pm 0,12$) nos machos. Os valores de K mostraram diferenças significativas entre fêmeas nidificantes, machos e fêmeas não nidificantes ($F = 18,63$; $df = 2$; $p < 0,001$; Figura 7). No entanto, não existe diferença significativa na condição corporal entre fêmeas não nidificantes e machos ($p = 0,15$).

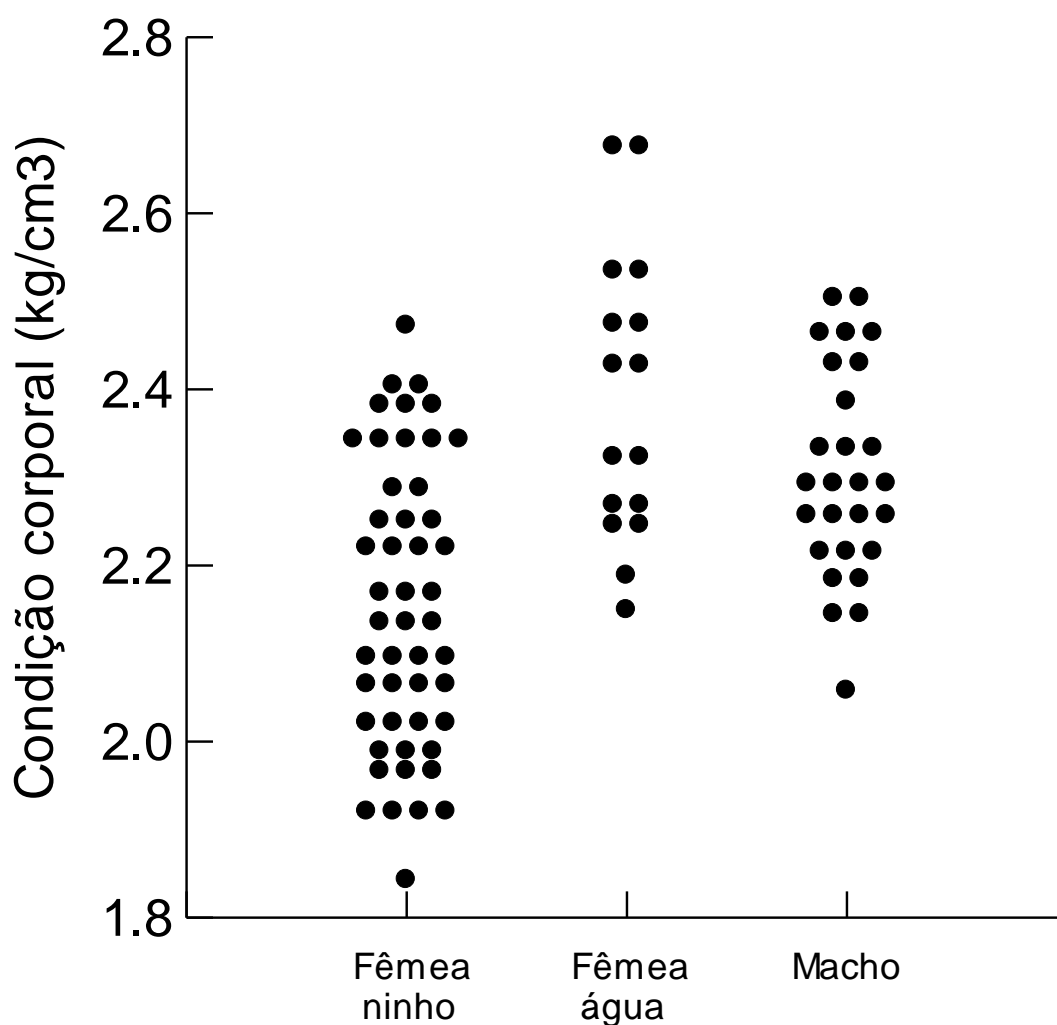


Figura 7. Fator de condição corporal de Fulton “K” de fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de *Caiman crocodilus*. Cada ponto representa um animal capturado.

Foram coletadas amostras de sangue de 73 indivíduos. Deste total, 43 foram fêmeas nidificantes, 16 fêmeas não nidificantes e 14 machos. No ninho, o tempo entre o início da captura e a recolha do sangue (t_{sangue}) variou de 2 a 10 minutos (média \pm DP = $4,4 \pm 1,6$) enquanto que na água este valor foi significativamente superior (*Mann-Whitney U* = 87,0; $p < 0,001$), variando de 5 a 15 minutos (média \pm DP = $6,6 \pm 2,4$).

Nas fêmeas nidificantes, a glicose plasmática variou de 23,0 a 83,0 mg/dL (média \pm DP = $49,5 \pm 13,4$), os triglicerídeos de 8 a 67 mg/dL (média \pm DP = $34,2 \pm 11,4$), o lactato de 5 a 60,6 mg/dL (média \pm DP = $25,7 \pm 13,3$) e o ácido úrico de 0,6 a 13,4 mg/dL (média \pm DP = $5,7 \pm 2,7$). No caso da F_{ninhada} , os valores de glicose, triglicerídeos, lactato, ácido úrico foram, respetivamente 101 mg/dL, 90 mg/dL, 20,4 mg/dL e 1,5 mg/dL.

Nas fêmeas não nidificantes, a glicose plasmática variou de 50,0 a 188,0 mg/dL (média \pm DP = $87,7 \pm 33,7$), os triglicerídeos de 24,0 a 324,0 mg/dL (média \pm DP = $141,0 \pm 81,4$), o lactato de 22,5 a 80,0 mg/dL (média \pm DP = $54,2 \pm 14,5$) e o ácido úrico de 1,0 a 4,7 mg/dL (média \pm DP = $2,5 \pm 1,0$). Nos machos, a glicose plasmática variou de 62,0 a 126,0 mg/dL (média \pm DP = $91,4 \pm 17,4$), os triglicerídeos de 19,0 a 378,0 mg/dL (média \pm DP = $148,1 \pm 118,0$), o lactato de 15,2 a 73,3 mg/dL (média \pm DP = $48,5 \pm 16,1$) e o ácido úrico de 1,3 a 6,3 mg/dL (média \pm DP = $2,7 \pm 1,5$). Nenhum dos parâmetros sanguíneos analisados demonstrou correlação significativa com t_{sangue} .

Os níveis de glicose ($F = 34,99$; $df = 2$; $p < 0,001$), triglicerídeos (*Kruskal-Wallis Test Statistic* = 24,42; $df = 2$; $p < 0,001$), lactato (*Kruskal-Wallis Test Statistic* = 30,82; $df = 2$; $p < 0,001$) e ácido úrico ($F = 14,84$; $df = 2$; $p < 0,001$) foram significativamente diferentes entre as fêmeas capturadas junto ao ninho e fêmeas e machos capturados na água (Figuras 8 e 9). No entanto, não parecem existir diferenças significativas entre machos e fêmeas capturados na água, tanto para a glicose ($p = 0,72$), como para os triglicerídeos ($p = 0,97$), lactato ($p = 0,84$) e ácido úrico ($p = 0,97$).

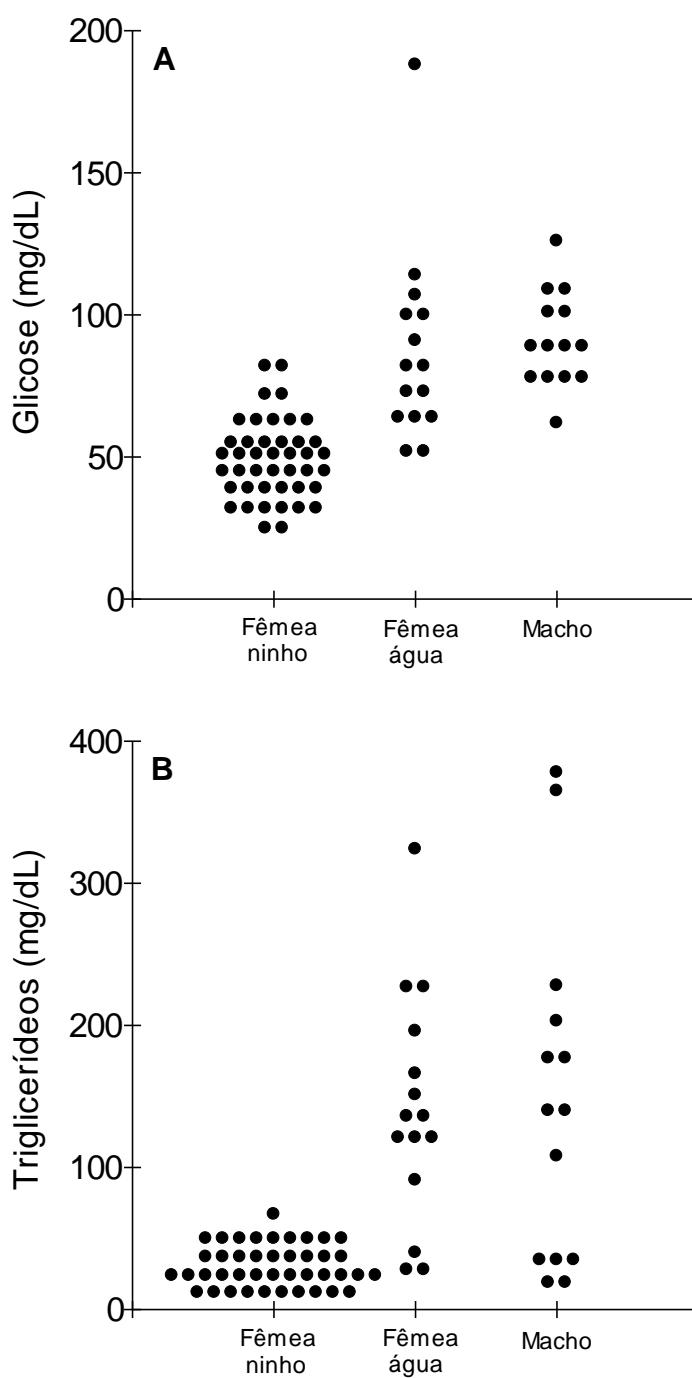


Figura 8. Glicose (A) e triglicerídeos (B) plasmáticos em fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de *Caiman crocodilus*, capturados na RDS-PP entre novembro e dezembro 2012. Cada ponto representa um animal.

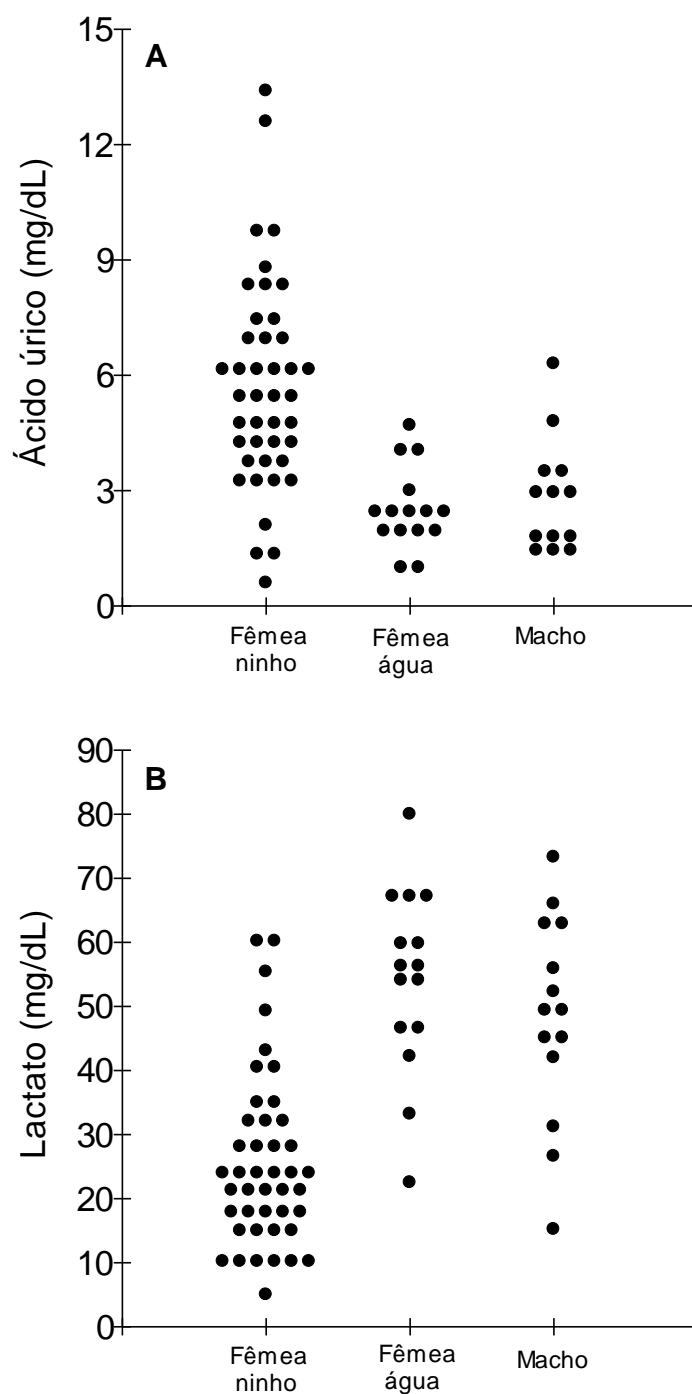


Figura 9. Ácido úrico (A) e lactato plasmático (B) em fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de *Caiman crocodilus*, capturados na RDS-PP entre novembro e dezembro 2012. Cada ponto representa um animal.

Foi possível observar que o fator de condição corporal “K” se correlacionou positivamente com os níveis de triglicerídeos plasmáticos nas fêmeas nidificantes ($r = 0,36$; $p < 0,05$). No entanto, nas fêmeas não nidificantes essa relação não demonstrou ser significativa. Nos machos nenhum parâmetro se mostrou significativamente relacionado com o índice de condição corporal (Tabela 3).

Obtivemos dados da fêmea (condição corporal e sangue) e do respectivo ninho (distância e idade) apenas em 36 situações. O fator de condição corporal “K” das fêmeas nidificantes variou negativamente em função da distância ao limite da floresta ($r = -0,39$; $p < 0,05$; Figura 10A) e em função da idade do ninho ($r = -0,42$; $p < 0,05$; Figura 10B), sendo que parece haver interação entre estas duas variáveis ($r^2 = 0,35$; $F_{3,33} = 5,9$; $p < 0,05$).

Na Tabela 4 encontram-se os coeficientes de correlação de Pearson obtidos entre os parâmetros bioquímicos analisados e a idade do ninho e respectiva distância ao limite da floresta. Os níveis de glicose plasmática demonstraram estar positivamente correlacionados com a distância ($r = 0,4$; $p < 0,05$; Tabela 4). No caso dos triglicerídeos ($r = -0,32$; $p < 0,05$) e ácido úrico ($r = -0,38$; $p < 0,05$), existe uma correlação negativa com a idade do ninho (Tabela 4). O lactato não se mostrou significativamente correlacionado com a distância do ninho, mas demonstrou estar na margem do limite de significância para a idade do ninho ($p = 0,054$).

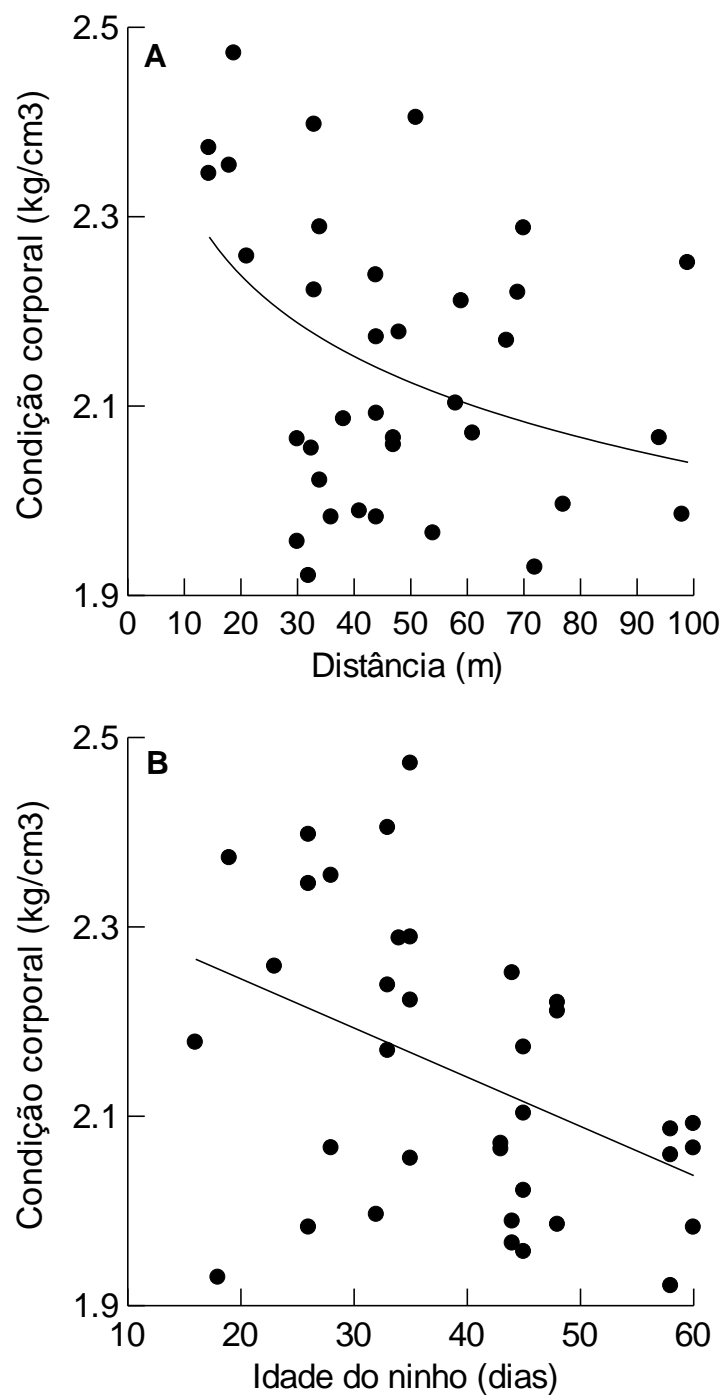


Figura 10. Fator de condição corporal das fêmeas nidificantes de *Caiman crocodilus* em função da idade do ninho (A) e da distância deste ao limite da floresta (B). Cada ponto representa uma fêmea nidificante capturada junto ao respectivo ninho.

Tabela 3. Correlação de Pearson entre a condição corporal e os níveis de glicose, triglicerídeos e lactato plasmáticos em fêmeas nidificantes (F_{ninho}) e não nidificantes ($F_{\text{água}}$) e machos ($M_{\text{água}}$) de *Caiman crocodilus*. Os valores dentro dos parenteses representam as respectivas probabilidades, a um nível de significância de $p < 0,05$.

Fulton "K"	N	Glicose	Triglicerídeos	Lactato	Ácido úrico
F_{ninho}	36	0,08 _(0,663)	0,36 _(0,033)	-0,15 _(0,394)	0,28 _(0,107)
$F_{\text{água}}$	16	0,11 _(0,693)	0,32 _(0,247)	-0,22 _(0,432)	-0,49 _(0,064)
$M_{\text{água}}$	27	0,01 _(0,972)	0,12 _(0,682)	0,09 _(0,772)	0,30 _(0,314)

Tabela 4. Correlação de Pearson entre a distância e a idade do ninho e os níveis de glicose, triglicerídeos e lactato plasmáticos em fêmeas nidificantes de *Caiman crocodilus*. Os valores dentro dos parenteses representam as respectivas probabilidades, a um nível de significância de $p < 0,05$.

	N	Glicose	Triglicerídeos	Lactato	Ácido úrico
Distância	36	0,40 _(0,012)	0,04 _(0,812)	-0,11 _(0,515)	0,01 _(0,969)
Idade	36	0,23 _(0,161)	-0,32 _(0,048)	-0,31 _(0,054)	-0,38 _(0,025)

Factor de condição e parâmetros sanguíneos de *Melanosuchus niger*

Para fins de comparação entre as espécies, obtivemos informações sobre a condição corporal de *M. niger* em 15 fêmeas nidificantes, 19 machos e 6 fêmeas (não associadas a ninhos). Os níveis de glicose e triglicerídeos foram determinados em todas as fêmeas nidificantes. Porém, foi possível determinar estes dois últimos parâmetros sanguíneos em apenas 15 indivíduos não associados a ninhos. No caso do ácido úrico, apenas foi possível determinar os valores em sete fêmeas nidificantes e em cinco indivíduos não associados a ninhos. Não foi possível determinar os níveis de lactato plasmático.

O CRC das fêmeas nidificantes variou de 124 a 147 cm (média \pm DP = 135 ± 7 cm) e a massa corporal de 43 a 79 kg (média \pm DP = 56 ± 9 kg). O índice de condição corporal variou de 2,0 a 2,7 (média \pm DP = $2,3 \pm 0,2$) e os níveis de glicose de 48 a 128 mg/dL (média \pm DP = $79,4 \pm 21,1$), triglicerídeos de 17 a 149 mg/dL (média = $49,1 \pm 36$), ácido úrico de 0,9 a 2,9 mg/dL (média \pm DP = $1,6 \pm 1,4$). No caso dos machos e fêmeas não associadas a ninhos, o CRC e a massa corporal variaram, respectivamente, de 49 a 138 cm (média \pm DP = $83,1 \pm 28,1$) e 3,2 a 65 kg (média \pm DP = $18,7 \pm 18,0$), a glicose e triglicerídeos plasmáticos, respectivamente, de 58,0 a 113,0 mg/dL (média \pm DP = $89,5 \pm 14,8$) e 4,0 a 135,0 mg/dL (média \pm DP = $42,7 \pm 29,5$). O ácido úrico variou de 1,1 a 1,9 mg/dL (média \pm DP = $1,6 \pm 0,4$).

Diferença no CRC entre as 15 fêmeas nidificantes de *M. niger* com os 19 machos e 6 fêmeas não associadas a ninhos capturados durante o mesmo período não permitiu comparação estatística nos níveis de glicose e ácido úrico entre grupos (Figura 12A e 12C), pois os indivíduos não apresentam tamanhos comparáveis. Por outro lado, tanto a condição corporal (Fulton "K") como os níveis plasmáticos de triglicerídeos não demonstraram relação com CRC ($F = 0,1$; $p = 0,75$ e $F = 0,1$; $p = 0,70$, respectivamente) ou massa corporal ($F = 2,02$; $p = 0,17$ e $F = 0,3$; $p = 0,26$, respectivamente). Deste modo, ao contrário do observado para fêmeas nidificantes de *C. crocodilus*, as fêmeas nidificantes em *M. niger*, não demonstraram diferenças significativas no índice de condição corporal ($F = 3,93$; $p = 0,15$; Figura 11) nem nos níveis de triglicerídeos ($F = 1,30$; $p = 0,28$, Figura 12B)

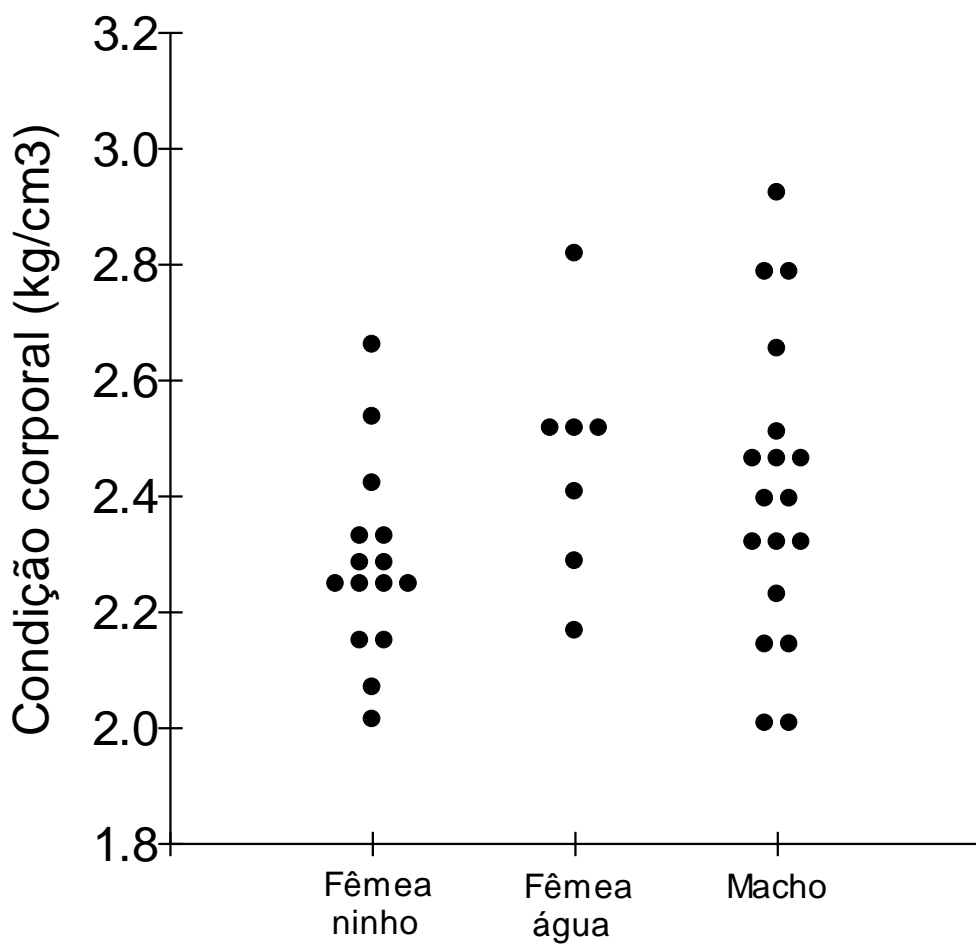


Figura 11. Fator de condição corporal de Fulton (K) de fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de *Melanosuchus niger* capturados na RDS Mamirauá em Novembro de 2012. Cada ponto representa um animal capturado.

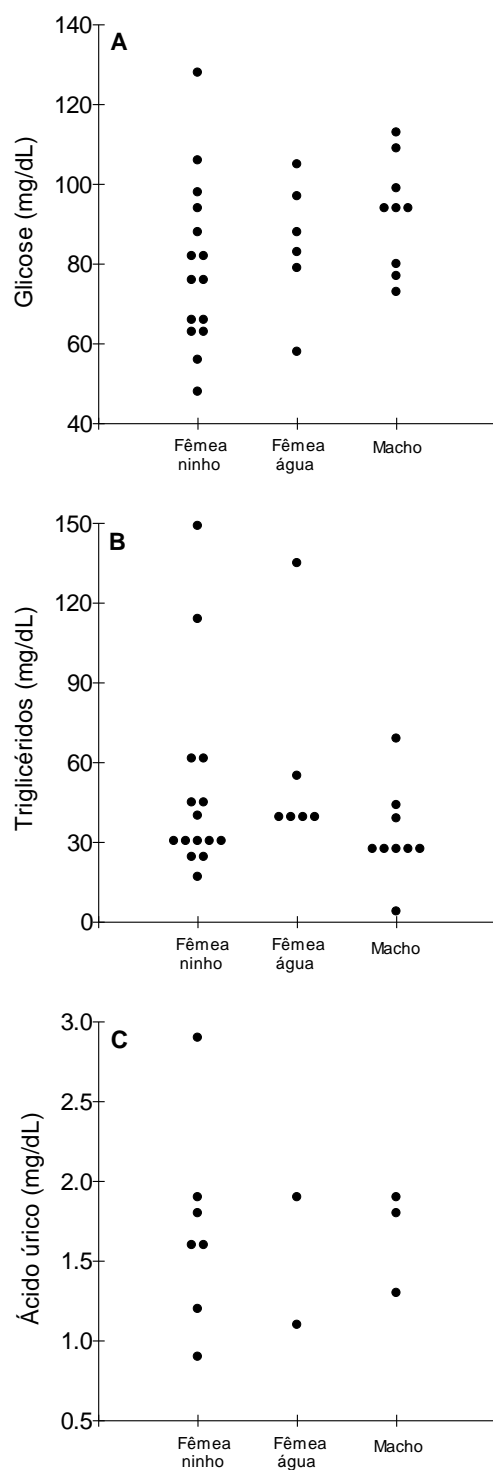


Figura 12. Glicose (A), triglicerídeos (B) e Ácido úrico (C) de fêmeas nidificantes (ninho), não nidificantes (água) e machos de *Melanosuchus niger* capturados na RDS Mamirauá em Novembro de 2012. Cada ponto representa um animal capturado.

Discussão

Em atividades de pesquisa com crocodilianos é frequente observar variação na condição corporal dos indivíduos (Barr, 1997; Zweig, 2003). Durante este estudo, assim como em anos anteriores na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus (RDS-PP), também foi possível observar que, de maneira geral, durante a época de nidificação as fêmeas nidificantes de *Caiman crocodilus* estão mais magras que outros indivíduos da mesma espécie (Boris Marioni, dados não publicados). No entanto, apesar de a diferença poder ser aparente, estas observações são de caráter qualitativo (Zweig, 2003). Neste sentido, o índice de condição corporal de Fulton “K”, sendo uma maneira rápida e eficiente de quantificar o estado nutricional de um organismo na natureza (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005), demonstrou ser uma ferramenta útil, uma vez que nos permitiu descrever e quantificar a condição física das fêmeas nidificantes de *C. crocodilus*.

Como a condição corporal de um indivíduo é influenciada diretamente pela sua capacidade de aquisição de todos os recursos necessários para suportar os custos energéticos do organismo (Baker, 1989; Jakob *et al.*, 1996), a presença de fatores como competição, escassez de alimento e cuidado parental, que impeçam ou limitem essa capacidade de aquisição podem resultar em uma diminuição significativa das reservas energéticas (Mrosovsky & Sherry, 1980). Na RDS-PP, o processo de nidificação parece ser um forte fator de interferência na capacidade de aquisição de recursos para fêmeas *C. crocodilus*, uma vez que 80% das fêmeas nidificantes que construíram o seu ninho no interior da floresta apresentaram uma condição corporal inferior à condição corporal média das fêmeas não nidificantes. Este custo associado à reprodução torna-se ainda mais evidente quando tomamos o menor valor encontrado nas fêmeas não nidificantes como referência e observamos que cerca de 50% das fêmeas nidificantes apresentam um fator de condição corporal inferior a esse valor. Porém, e em semelhança ao relatado para outras espécies de crocodilianos (Padilla-Paz, 2008; Saalfeld *et al.*, 2008; Cedeño-Vasquez *et al.*, 2011; Mazzotti *et al.*, 2012), na RDS-PP não observamos diferença na condição corporal entre machos e fêmeas não nidificantes. O fato de não haver diferença entre estes machos e fêmeas pode ser devido a ambos os sexos terem acesso aos mesmos recursos, uma vez que já foi

sugerido para *C. crocodilus* e para *Alligator mississippiensis* que machos e fêmeas não nidificantes geralmente compartilham os mesmos locais durante a época de nidificação (Ayarzagüena, 1983; Lance, 1989; Thorbjarnarson, 1994). Isto pode explicar a semelhança observada entre machos e fêmeas não nidificantes na RDS-PP, até porque já foi sugerido por vários autores que a variação na condição corporal em indivíduos da mesma espécie entre regiões geográficas distintas é influenciada pelo tipo de habitat e pela disponibilidade de alimento (Deitz, 1979; Jacobsen & Kushlan, 1989; Brandt, 1991; Rootes *et al.*, 1991; Dalrymple, 1996; Saafeld *et al.*, 2008).

Apesar da análise da condição corporal ser uma maneira eficiente e não invasiva para rapidamente avaliar a saúde de uma população, é preciso ter em consideração que índices como o Factor de Fulton “K” podem não ser apropriados para todas as situações, uma vez que estão sujeitos a pressupostos estritos que consideram que o índice deve ser independente do tamanho corporal, a relação entre comprimento e massa corporal deve ser linear e estes dois parâmetros devem ser rigorosamente cumpridos, não podendo estar sujeitos a erros de medida (Green, 2001). Além disso, o índice não nos fornece um valor que, biologicamente falando, possa ser facilmente interpretado (Zweig, 2003). Deste modo, é necessário determinar também parâmetros fisiológicos que nos ajudem a interpretar, compreender e validar os valores obtidos na análise de condição corporal (Stevenson & Woods Jr., 2006).

A análise bioquímica do plasma sanguíneo realizada no presente estudo fornece um conjunto de informações de base importante sobre o estado fisiológico das fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* na RDS-PP. Estas informações podem vir a ser comparadas com estudos feitos em outras espécies de crocodilianos e com os valores obtidos para *C. crocodilus* silvestres na Venezuela (Rossini *et al.*, 2011). Adicionalmente podem ser também comparados com um estudo que está a ser conduzido atualmente na cidade de Manaus que tem como objetivo comparar populações urbanas e silvestres de várias espécies de vertebrados na Amazônia Central, incluindo *C. crocodilus* (Priscilla Rodrigues Mady Paciullo, dados não publicados). No entanto, é difícil interpretar e comparar parâmetros sanguíneos entre diferentes estudos, pois além de ser essencial conhecer valores

de referência para a espécie (Köhler, 2006; Padilla-Paz, 2008), os parâmetros sanguíneos são afetados por vários fatores extrínsecos, como por exemplo a temperatura, sazonalidade (época da seca ou época das chuvas), origem dos animais (vida livre ou cativeiro), condição corporal, local de coleta de sangue (Coulson *et al.*, 1977; Frye, 1991; Walton, 2001; Padilla-Paz, 2008; Rossini *et al.*, 2011; Martelli *et al.*, 2012) ou mesmo o tipo de anticoagulante utilizado (Padilla-Paz *et al.*, 2009). Assim sendo, é necessário identificar potenciais subgrupos dentro de cada espécie (e.g. fêmeas nidificantes e não nidificantes) e estabelecer os respectivos valores de referência, sendo isto particularmente importante em animais ectotérmicos (Campbell, 1996). Porém, são ainda poucos os estudos que abordam essa questão em animais silvestres, e *C. crocodilus* não é exceção (Rossini *et al.*, 2011), especialmente na Amazônia Central. Para preencher essa lacuna, e pelo fato de alguns autores considerarem que são necessárias pelo menos 40 amostras para se estabelecer valores de referência para uma dada espécie num determinado local (Thrall, 2007), os parâmetros determinados durante este estudo poderão ser usados como referência (ver tabela 5 no Anexo I), pelo menos para a Amazônia Central, uma vez que não existem ainda outros estudos que descrevam os parâmetros sanguíneos de fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* durante a época de reprodução.

De maneira geral, os níveis de glicose, triglicerídeos e lactato das fêmeas nidificantes foram inferiores aos valores observados nos machos e em fêmeas não nidificantes. O parâmetro triglicerídeos plasmáticos foi o que apresentou maior diferença, uma vez que 80% das fêmeas não nidificantes e 70% dos machos exibiram níveis superiores ao valor máximo observado em fêmeas nidificantes (80 mg/dL). Estes níveis de triglicerídeos mais baixos em fêmeas nidificantes evidenciam um custo metabólico associado à reprodução, uma vez que estas fêmeas ao manterem-se próximas ao ninho durante o período de incubação dos ovos (Velasco & Ayarzagüena, 2010) podem ter menos acesso e oportunidades para de se alimentar (ver Capítulo III). Já foram documentados baixos níveis de triglicerídeos plasmáticos (entre 8 a 19 mg/dL) em *Caiman latirostris* de cativeiro alimentados com uma ração pobre em gorduras (Zayas *et al.*, 2011). Da mesma forma, já foi também demonstrado que em *A.*

mississippiensis existe relação entre o jejum prolongado e baixos níveis de triglicerídeos (Black *et al.*, 1963).

No caso da glicose, nenhuma fêmea nidificante apresentou um valor superior ao valor médio observado em machos e fêmeas não nidificantes (100 mg/dL). Além disso, cerca de 50% das fêmeas nidificantes apresentaram um valor inferior ao intervalo registado (60 a 100 mg/dL) para a grande maioria dos répteis (Campbell, 1996; Thrall, 2007). Alguns autores já sugeriram que a comparação e interpretação dos níveis de glicose ficam limitadas quando o tempo de jejum não é conhecido (Zayas *et al.*, 2011). Isto porque os níveis de glicose são altamente influenciados pelo tempo de jejum, sendo que já foi evidenciado (mesmo apesar de a comparação ser entre diferentes espécies) que indivíduos de *C. latirostris* com um jejum de 24 horas apresentam valores mais elevados que indivíduos de *Crocodylus niloticus* com um jejum de 48 horas (Stacy & Whitaker, 2000; Zayas *et al.*, 2011). Contudo, no nosso estudo o tempo de jejum das fêmeas nidificantes é, de maneira geral, superior ao das fêmeas não nidificantes, pois a ocorrência de alimento fresco (ingerido recentemente) nos conteúdos alimentares de fêmeas não nidificantes foi significativamente superior ao encontrado em fêmeas nidificantes (ver Capítulo III). Assim sendo, os valores mais elevados de glicose em fêmeas não nidificantes podem resultar de um tempo de jejum inferior, sendo que normalmente os valores mais elevados de glicose ocorrem quando os animais ingeriram alimento recentemente (Köhler, 2006). Em *A. mississippiensis* foi também demonstrado que os níveis de glicose sanguínea são mais baixos durante os meses de inverno, que é quando os animais se alimentam menos frequentemente devido a uma diminuição no apetite induzido pelo frio (Coulson & Hernandez, 1983; Ross, 1989; Santos, 1997). Além disso, como os crocodilianos apresentam um metabolismo baixo (Coulson & Herbert, 1981) e já foi demonstrado em cativeiro que existe uma diferença significativa nas taxas metabólicas entre jacarés alimentados recentemente e jacarés submetidos a jejum (Coulson & Hernandez, 1979b; Gatten, 1980), o stress da captura, refletido nos níveis de lactato (Franklin *et al.*, 2003; Hartzler *et al.*, 2006), que de maneira geral foram mais elevados em machos e fêmeas não nidificantes, podem também ter contribuído para o aumento dos níveis de glicose (Coulson & Hernandez,

1979a; Lance *et al.*, 1993; Franklin *et al.*, 2003), uma vez que a captura foi mais stressante em indivíduos capturados na água (o tempo entre o início da captura e a tirada de sangue foi superior nos animais capturados na água).

Apesar das consequências fisiológicas da desidratação em crocodilianos serem ainda pouco compreendidas (Ross, 1989; Coppo *et al.*, 2006), os seus efeitos devem ser considerados. Neste estudo, as fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* na RDS-PP parecem estar mais desidratadas que os machos e fêmeas não nidificantes. Isto é evidenciado pelos níveis de ácido úrico, dado que 90% e 57% dos valores observados em fêmeas nidificantes foram respetivamente superiores ao valor médio (2,7 mg/dL) e máximo (6,3 mg/dL) observado nos machos e fêmeas não nidificantes. Adicionalmente, os níveis de ácido úrico de fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* foram também superiores aos observados para fêmeas nidificantes de *Melanosuchus niger* na RDS-Mamirauá e aos valores de referência para outras espécies de crocodilianos (Huchzermeyer, 2003; Lovely *et al.*, 2007; Padilla-Paz, 2008; Zayas *et al.*, 2011). Evidência de desidratação associada ao cuidado parental foi também reportada recentemente para uma espécie de pato, *Anas clypeata* (Ankney & Afton, 2011).

Procurar relações entre a condição corporal e outros parâmetros fisiológicos poderá ajudar a validar o fator de condição corporal de Fulton “K” (Padilla-Paz, 2008). Isto porque a interpretação das diferenças no fator de condição corporal depende, em parte, de como os constituintes bioquímicos do sangue variam entre os valores mínimos e máximos de “K”. Na RDS-PP encontramos uma associação positiva entre o fator de condição corporal e os níveis de triglicerídeos plasmáticos em fêmeas nidificantes. Isto evidencia que as fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* dependem em grande parte de suas reservas lipídicas, tal como foi sugerido para as tartarugas-marinhas *Chelonia mydas* e *Dermochelys coriacea* (Prange & Jackson, 1976; Paladino *et al.*, 1996; Hamann *et al.*, 2002). Esta relação, associada ao cuidado parental, já foi também documentada em outros grupos de vertebrados, como peixes (Kaufman *et al.*, 2007), aves (Robin *et al.*, 1988), quelónios (Jessop *et al.*, 2004) e mamíferos (Milner *et al.*, 2003). Em *A. mississippiensis* foi demonstrado que a energia metabólica provém principalmente da degradação de lípidos e não de hidratos de carbono como a glicose (Black *et*

al., 1963), isto porque em animais que apresentam uma taxa metabólica baixa, como é o caso dos crocodilianos, o uso imprudente das reservas de glicogênio durante um período de jejum pode ter consequências indesejáveis se surgir uma situação de emergência que necessite de uma resposta rápida (Coulson *et al.*, 1977). Assim sendo, em fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* na RDS-PP os lípidos constituem uma importante reserva de energia que é mobilizada para a manutenção dos processos metabólicos enquanto cuidam do ninho, principalmente tendo em conta a possibilidade destas fêmeas enfrentarem situações de privação alimentar associada ao cuidado parental. Situações de privação alimentar associada ao cuidado parental foram também observadas em lagartos, serpentes (Fitch, 1970; Harlow & Grigg, 1984) e outros crocodilianos (Neil, 1971; Mrosovsky & Sherry, 1980).

Enquanto a massa corporal (e conseqüentemente a condição corporal) varia continuamente à medida que o animal vai perdendo peso durante períodos de jejum prolongado, os parâmetros sanguíneos, como estão sujeitos a um controle hormonal rigoroso e são regulados dentro de um intervalo bastante estrito (Kaneko, 1989), podem refletir apenas a resposta a uma privação alimentar prolongada quando o organismo atinge um estado avançado de stress nutricional (Cook *et al.*, 2001; Milner *et al.*, 2003). Isto pode ser uma das razões que explicam a existência de relação significativa entre o índice de condição corporal e os níveis de triglicerídeos plasmáticos em fêmeas nidificantes, uma vez que nenhuma das fêmeas não nidificantes mostrou indícios de estar em jejum (ver Capítulo III).

As diferenças encontradas na condição corporal e nos parâmetros sanguíneos entre fêmeas nidificantes (capturadas junto ao ninho) e machos e fêmeas não nidificantes de *C. crocodilus*, ambos capturados na água, podem ser consequência da variação na disponibilidade de presas potenciais (Taylor, 1979; Delany & Abercrombie, 1986), ou mesmo da técnica de forrageio utilizada (Platt & Brantley, 1991), uma vez que já foi sugerido para *Caiman yacare* que diferenças na condição corporal entre diferentes locais podem ser atribuídas a diferenças no tamanho e quantidade de presas ingeridas (Santos *et al.*, 1994). Na RDS-PP, a ocorrência de peixe na dieta de *C. crocodilus* foi significativamente superior em

fêmeas não nidificantes (ver Capítulo III), corroborando a correlação entre índices de condição corporal elevados e uma dieta dominada por peixe observada em *A. mississippiensis* (Delany *et al.*, 1999). Mesmo considerando que apesar de todo o cuidado parental em *C. crocodilus*, as fêmeas nidificantes podem vir a se ausentar do ninho por breves períodos, tal como registado em *Gallus gallus* (Mrosovsky & Sherry, 1980), uma ave filogeneticamente próxima dos crocodilianos (Man *et al.*, 2011) e em fêmeas nidificantes de *Alligator sinensis* em cativeiro (Wang *et al.*, 2011), machos e fêmeas não nidificantes de *C. crocodilus* não afetados pelos custos associados à reprodução, podem ter acesso a presas mais variadas e de dimensões maiores, com valores nutricional e energético superiores ao leque de itens alimentares disponíveis para fêmeas nidificantes junto ao ninho. Para *A. mississippiensis*, observou-se que o estado nutricional se relacionava diretamente com a biomassa consumida, i.e., quanto maior a biomassa, maior o estado nutricional do animal (Chabreck, 1971).

Apesar de vários aspetos da biologia reprodutiva de *C. crocodilus* serem conhecidos e descritos por vários autores (Staton & Dixon, 1977; Gorzula, 1978; Ayarzagüena, 1983; Ouboter & Nanhoé, 1988; Campos, 1993; Allsteadt, 1994; Thorbjarnarson, 1994; Campos, 2003; Ayarzagüena & Castroviejo, 2008; Campos *et al.*, 2008; Velasco & Ayarzagüena, 2010), pouco se sabe ainda sobre os possíveis fatores que influenciam a condição corporal e a fisiologia das fêmeas durante a época de nidificação, especialmente na Amazônia Central. Os resultados do nosso estudo demonstram que a idade do ninho (i.e. o tempo em que a fêmea ovopositou) e sua localização no interior da floresta representam fatores de influência negativa na condição corporal da respetiva fêmea. Isto significa que, de maneira geral, fêmeas que construíram o ninho há mais tempo ou em distâncias maiores no interior da floresta tendem a apresentar uma condição corporal mais fraca. Variação negativa na massa corporal (e consequentemente na condição corporal) ao longo do período de incubação dos ovos foi também reportada em outros grupos de vertebrados, como peixes (Hinch & Collins, 1991; Marconato *et al.*, 1993; Gillooly & Baylis, 1999; Cooke *et al.*, 2002), aves (Robin *et al.*, 1988; Kitaysky *et al.*, 1991; Dearborn, 2001; Ankney & Afton, 2011) e lagartos (Huang, 2007), sendo que fêmeas nidificantes de *G. gallus*

perdem entre 10 a 20 % da sua massa corporal durante os 21 de incubação dos ovos. Isto porque estas fêmeas de *G. gallus* exibem um cuidado parental intensivo e raramente deixam o ninho desprotegido por mais de 20 minutos por dia (Mrosovsky & Sherry, 1980).

De forma similar ao observado em espécies de aves (Owens & Bennet, 1994; Carrilo *et al.*, 2001), as fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* estão sujeitas a um risco de predação adicional durante o período de incubação dos ovos. Em algumas regiões da Amazônia os ninhos e as respectivas fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* representam, durante toda a estação seca, o item principal na dieta da *Panthera onca* (Da Silveira *et al.*, 2010). Este fato pode ser o motivo pelo qual algumas fêmeas escolhem construir o seu ninho em distâncias maiores no interior da floresta. Em *Crocodylus johnstoni* foi recentemente evidenciado que os ninhos construídos em barro, areia ou gravilha são mais facilmente detetados quando estão próximos do limite da floresta (Somaweera *et al.*, 2011). Assim sendo, apesar dos custos metabólicos associados (e.g. as fêmeas tem de percorrer distâncias maiores para alcançar a água), construir o ninho mais afastado do limite da floresta para evitar potenciais predadores pode ser uma estratégia compensadora, pois minimiza a detetabilidade do ninho. Este tipo de escolha com um custo/benefício associado ao sucesso de eclosão dos ovos foi também evidenciado para aves (Cresswell, 1997) e alguns répteis da família Pythonidae (DeNardo *et al.*, 2012).

Além do impacto negativo na condição corporal, tanto a distância como a idade do ninho demonstraram influenciar também alguns parâmetros sanguíneos das fêmeas nidificantes. Os níveis sanguíneos de glicose, de certa maneira, regulam a taxa de consumo do organismo (Kaneko, 2008) e, por isso, a correlação positiva observada entre os níveis de glicose e a distância do ninho pode indicar que construir o ninho mais afastado do corpo de água exige uma maior demanda de energia para a fêmea. Isto porque, quanto mais afastado está o ninho, maior a distância que a fêmea tem de percorrer, e conseqüentemente, menor será a sua condição corporal. Por outro lado, a idade do ninho parece afetar negativamente os níveis de triglicerídeos, lactato e ácido úrico. A redução significativa nas reservas lipídicas ao longo do período de incubação dos ovos já era de esperar,

pois os lípidos constituem a fonte principal de energia metabólica em crocodilianos (Black *et al.*, 1963). Esta correlação negativa foi também documentada em espécies que exibem um cuidado parental acentuado, como *Lepomis macrochirus* (Centrarchidae: Hinch & Collins, 1991), *Anas spp.* (Anatidae: Ankney *et al.*, 2011) e *Ursus maritimus* (Ursidae: Atkinson & Ramsay, 1995). Machos e fêmeas do pinguim-imperador (*Aptenodytes forsteri*) consomem 80% das reservas lipídicas durante os três meses de privação alimentar associada à reprodução (Robin *et al.*, 1988), o que corresponde a uma diminuição de 20 a 40% da massa corporal.

Apesar da relação entre os níveis de lactato e a idade do ninho não ter sido estatisticamente significativa ($p = 0,054$), a correlação observada pode ter um significado biológico, considerando que os valores de lactato em função da idade do ninho foram obtidos de diferentes fêmeas que apresentam diferentes respostas comportamentais (Kushlan & Kushlan, 1980). Além disso, existe relação negativa significativa entre a idade do ninho e o fator de condição corporal. Assim sendo, é possível que as fêmeas de *C. crocodilus* defendam o ninho mais vigorosamente nos primeiros dias de incubação dos ovos, traduzindo-se numa resposta mais violenta à captura e níveis mais elevados de lactato plasmático. O instinto da fêmea em defender o ninho poderá diminuir com o decorrer do período de incubação, possivelmente porque a estrutura do ninho em si e os vestígios olfativos e/ou visuais deixados pela fêmea na construção podem se tornar cada vez menos conspícuos com o tempo para potenciais predadores (Alderton, 1991; Huang, 2007). Em *C. johnstoni*, por exemplo, os ninhos são mais suscetíveis de serem predados nas primeiras horas após a ovoposição (Webb *et al.*, 1983; Somaweera *et al.*, 2011). No entanto, estudos futuros deverão abordar esta questão com maior profundidade, uma vez que na RDS-PP os eventos de predação dos ovos ocorrem durante toda a época de nidificação (Barão-Nóbrega *et al.*, no prelo).

Valores mais baixos de condição corporal, associados a valores mais elevados de ácido úrico em fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* na RDS-PP podem refletir a utilização das proteínas como fonte de energia adicional, já que o ácido úrico é um dos subprodutos principais resultantes do catabolismo de proteínas em répteis

(Frye, 1991; Thrall, 2007) e aves (Robin *et al.*, 1988). Para fêmeas nidificantes de *A. clypeata* foi documentado que a diminuição de 15% da de massa corporal é devido ao uso de proteínas como fonte de energia adicional (Ankney & Afton, 2011). Porém, nosso estudo demonstrou que, de maneira geral, fêmeas de ninhos mais antigos tendem a apresentar níveis plasmáticos de ácido úrico menores que fêmeas de ninhos mais recentes. Em animais como o pinguim-imperador (*A. forsteri*), que passam por períodos de privação alimentar prolongados durante a época reprodutiva, existe um valor mínimo crítico de condição corporal, que quando atingido pode levar o animal a desistir do cuidado parental e procurar alimento (Cherel *et al.*, 1988; Robin *et al.*, 1988; Jenni *et al.*, 2000). De maneira análoga, pode existir também um nível mínimo de desidratação que, quando atingido, obriga as fêmeas a procurar a água. Tem sido sugerido para crocodilianos que submersões periódicas são necessárias para contrapor a perda de água por evaporação (Lane, 1996; Coppo *et al.*, 2006). Assim sendo, fêmeas de ninhos mais antigos podem se ausentar em direção à água para se hidratarem e/ou alimentarem mais frequentemente que fêmeas de ninhos recentes, que de maneira geral, apresentam melhor condição corporal e níveis de triglicerídeos plasmáticos mais elevados. Já foi evidenciado que a condição corporal é fator de peso nas decisões da fêmea relativamente a esforços associados ao cuidado parental em aves marinhas (Dearborn, 2001). Em *Mabuya longicaudata* (Squamata, Scincidae), a quantidade de fêmeas nidificantes que permanece a cuidar do ninho o tempo inteiro decresce 80% 30 dias após a ovoposição (Huang, 2007).

Considera-se que a escolha do local de construção do ninho em crocodilianos é, de maneira geral, uma adaptação para reduzir o risco de mortalidade dos ovos devido à inundação do ninho (Cintra, 1988; Crawshaw & Schaller, 1980; Kushlan & Jacobsen, 1990; Villamarín *et al.*, 2011). As fêmeas de *C. crocodilus* possuem o hábito de ocupar ambientes terrestres e constroem os seus ninhos em locais menos dependentes de água permanente (Marioni *et al.*, 2007). Por outro lado, fêmeas nidificantes de *M. niger* costumam construir os seus ninhos em locais bem próximos da água, em margens de lagos isolados do canal de água principal (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000; Villamarín & Suárez, 2007). Apesar de

apresentarem estratégias de nidificação diferentes, a perda de ninhos de *C. crocodilus* e *M. niger*, na bacia Amazônica, devido a inundação é mínima, representando cerca de 5% do total de ninhos (Da Silveira *et al.*, 2010; Villamarín *et al.*, 2011). Isto indica que as duas estratégias de nidificação, mesmo sendo diferentes, são efetivas em reduzir o risco de mortalidade dos ovos em ambientes hidrologicamente dinâmicos, como é o caso das florestas de várzea (Junk, 1997; Junk *et al.*, 2010). Porém, para *C. crocodilus* esta estratégia de nidificação demonstra ter um custo metabólico associado ao sucesso de eclosão dos ovos, que parece ser dependente das reservas de energia da fêmea, uma vez que ocorreram diferenças tanto na condição corporal, como nos parâmetros sanguíneos analisados entre animais capturados junto ao ninho (fêmeas nidificantes) e animais capturados na água (fêmeas não nidificantes e machos). Por outro lado, em *M. niger* não foram observadas diferenças na condição corporal nem tão pouco nos parâmetros sanguíneos analisados (glicose, triglicerídeos e ácido úrico) entre fêmeas nidificantes e outros indivíduos da mesma espécie não associados a ninhos. Neste sentido, quando comparada com *M. niger*, a relação negativa que a localização e idade do ninho têm sobre a condição corporal e fisiologia das fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* parece refletir a própria biologia da espécie. Enquanto as fêmeas de *C. crocodilus* tendem a permanecer escondidas na vegetação, algumas parecendo até estar num estado de comatose (Marioni *et al.*, 2007), as fêmeas nidificantes de *M. niger* permanecem dentro de água e, de maneira geral, defendem mais agressivamente o ninho (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000; Thorbjarnarson, 2010). A intensidade do cuidado parental prestado pela fêmea pode estar associada à disponibilidade de recursos, de forma análoga ao que foi registrado para várias espécies de aves (Martin, 1992; Carrillo & Aparicio, 2001; Dearborn, 2001), que demonstraram uma relação direta entre a disponibilidade de alimento e a intensidade de defesa do ninho.

Os resultados deste estudo evidenciam que a análise da condição corporal em fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* pode ser uma ferramenta útil e de fácil acesso em esforços de pesquisa direcionados à conservação da espécie no seu habitat, sendo que o uso deste parâmetro permite monitorar a mesma população ao longo dos anos e fazer comparações com valores obtidos em outros habitats ou outros locais da área de distribuição da espécie. No entanto, o nosso conhecimento básico sobre a biologia reprodutiva deste crocodiliano amazônico é ainda incipiente e, por isso, estes e outros aspectos não abordados no nosso estudo (e.g. é importante saber também com que frequência as fêmeas deixam o ninho desprotegido e qual o objetivo e duração dessas saídas em direção à água) necessitam ser melhor explorados em estudos mais aprofundados envolvendo experimentos com o uso de tecnológicos, como telemetria ou camera-trap, que tenham em conta outros fatores ecológicos (e.g. densidade de animais), fisiológicos (e.g. temperatura corporal, níveis de corticosterona) e ambientais (e.g. temperatura ambiente, pluviosidade e nível da água) não abordados neste estudo. Uma das limitações do nosso trabalho foi o fato de não ter sido possível acompanhar a variação da condição corporal e os parâmetros sanguíneos da mesma fêmea ao longo do período de incubação, uma vez que a detectabilidade das fêmeas diminuiu drasticamente após a primeira captura (Marioni & Barão-Nóbrega, observação pessoal). Por outro lado, além de fornecer valores de referência para alguns parâmetros sanguíneos (ver Anexo I), o presente estudo constitui a primeira abordagem ecofisiológica direcionada ao entendimento das estratégias de nidificação de *C. crocodilus* e poderá contribuir para o desenvolvimento futuro de estratégias de conservação e manejo da espécie em seus ambientes naturais.

Capítulo V – Considerações finais

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, o cuidado parental impõe às fêmeas nidificantes de *Caiman crocodilus* um custo metabólico associado ao sucesso de eclosão dos ovos, que parece estar dependente das reservas energéticas da fêmea. Durante o período de incubação dos ovos as fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* parecem estar sujeitas a períodos de privação alimentar prolongados. Além disso, a própria composição da dieta é diferente, quando comparada com a dieta de fêmeas não nidificantes, não afetadas pelos custos associados à reprodução. Enquanto o peixe constitui um importante item alimentar para estas fêmeas não nidificantes, a ocorrência deste item alimentar demonstrou-se insignificante em fêmeas nidificantes. Os nossos resultados sugerem que enquanto cuidam do ninho as fêmeas de *C. crocodilus* dependem em grande parte das reservas energéticas e de invertebrados terrestres, podendo no entanto, capturar também outro tipo de presas. Porém, como estas fêmeas habitualmente permanecem próximas do ninho num estado próximo da comatose (Marioni *et al.* 2007), podem não apresentar um forrageio ativo. Assim sendo, durante a incubação dos ovos é provável que estas fêmeas, mesmo durante eventuais viagens até à água, consumam itens fáceis de capturar ou presas que cheguem demasiado perto.

O nosso estudo constitui a primeira abordagem ecofisiológica direcionada ao entendimento das estratégias de nidificação de *C. crocodilus*. A fisiologia, associada à ecologia, forneceu orientação na aplicação do índice de condição corporal de Fulton “K” e permitiu a sua validação. Desta forma, este índice demonstrou ser uma ferramenta útil, pois que permitiu quantificar o estado (ou status) das reservas energéticas das fêmeas nidificantes de *C. crocodilus*. A análise de condição corporal foi capaz de evidenciar diferenças entre animais capturados junto ao ninho (fêmeas nidificantes) e animais capturados na água (fêmeas não nidificantes e machos adultos). Desta forma, os nossos resultados sugerem a análise de condição corporal como uma ferramenta aplicável em estudos ecológicos, por ser de fácil utilização, uma vez que necessita de

relativamente pouca informação, apresenta baixos custos monetários, quando comparada com análises sanguíneas, e reflete o estado fisiológico do organismo.

Apesar da biologia reprodutiva dos crocodilianos ser já bem estudada, o nosso conhecimento sobre alguns componentes da biologia básica ainda é incipiente ou incompleto. Nesse sentido, os resultados deste estudo contribuem para aumentar o nosso conhecimento sobre a biologia reprodutiva de *C. crocodilus*, uma vez que introduzem novas informações ecológicas e fisiológicas de linha base que podem ser utilizadas para valorizar a condição das fêmeas nidificantes, durante a época de nidificação, nas florestas de várzea da Amazônia Central, onde existem programas de monitoramento que se baseiam na procura de ninhos e / ou captura das fêmeas (e.g. Campos *et al.*, 2008; Marioni *et al.*, 2007; Botero-Arias & Marioni, 2010). Este conjunto de informações adicionais sobre a condição corporal das fêmeas durante o período de nidificação é muito importante, já que no caso de *C. crocodilus*, varias populações são alvo de caça furtiva, *harvesting* e coleta de ovos para criação em programas de *ranching* (Velasco e Ayarzagüena 2010).

Referencias bibliográficas

- Alderton, D. (1991). *Crocodiles & Alligators of the world*. Blandford.
- Allsteadt, J. (1994). Nesting ecology of *Caiman crocodilus* in Cano Negro, Costa Rica. *Journal of Herpetology*, 28, 12-19.
- Alvarez del Toro, M. (1974). *Los Crocodylia de Mexico*. México City: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- Ankney, C. D. & Afton, A. D. (2011). Bioenergetics of breeding northern shovelers: diet, nutrient reserves, clutch size, and incubation. *The Condor*, 90, 459-472.
- Atkinson, S. N. & Ramsay, M. A. (1995). The effects of prolonged fasting of the body composition and reproductive success of female polar bears (*Ursus maritimus*). *Functional Ecology*, 9, 559-567.
- Ayarzagüena, J. (1983). Ecología del caiman de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L.) en los Llanos de Apure (Venezuela). Venezuela: Graficas Rublan.
- Ayarzagüena, J. & Castroviejo, J. (2008). Las babas (*Caiman crocodilus* L.) de la estación Biológica el Frio (estado de Apure), Llanos de Orinoco, Venezuela. In *Contribución al conocimiento del género Caimán de Suramérica*, 183-294. Castroviejo, J., Ayarzagüena, J. & Velasco, A. (Eds.). Sevilha, Espanha: Publ, Assoc. Amigos de Donãna.
- Baker, R. L. (1989). Condition and size of damselflies: a field study of food limitation. *Oecologia*, 81, 111-119.
- Barão-Nóbrega, J. A. L. (2011). Efeito da fêmea na postura e influência do predador na natalidade em resposta ao impacto induzido na população de jacaré-tinga no interflúvio Purus-Solimões. Trabalho de Conclusão de Curso, Aveiro (Portugal) / Manaus (Brasil): Universidade de Aveiro / Universidade Federal do Amazonas.

- Barão-Nóbrega, J. A. L., Marioni, B., Villamarín, F., Soares, A. V. M. and Da Silveira, R. (In press). Researcher disturbance has minimal impact on natural predation of caiman nests in Central Amazonia. *Journal of Herpetology*, xx:xxx-xxx.
- Barboza, R. S. L., Costa, J. F. R., Andrade, A. F., Pezzutii, J. C. B. & Rebêlo, G. H. (2012). Indícios de predação de ovos de *Caiman crocodilus* (jacarétinga) por *Saimiri* sp. (Macaco-de-cheiro). *Neotropical Primates*, 19, 24-27.
- Barr, G. (1997). Food habits of the American alligator, *Alligator mississippiensis*, in the southern Everglades. Tese de doutoramento. Miami: Universidade de Miami.
- Black, A. L., Simesen, M. G. & Bartley, J. C. (1963). Glucose and acetate metabolism in *Alligator mississippiensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 8, 299-310.
- Bondavalli, C. & Ulanowicz, R. E. (1999). Unexpected effects of predators upon their prey: the case of the America alligator. *Ecosystems* 2, 49-63.
- Borg, I. & Groenen, P. (1997). *Modern Multidimension Scaling*, USA: Springer.
- Botero-Arias, R. & Marioni, B. (2012). Criteria and Basis for Implementing a Management System of Brazilian Amazonian Caimans. *Proceedings of the 21st Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group*. IUCN: Gland, Switzerland, 21, 180-180.
- Brandt, L. A. (1991). Growth of juvenile alligators in Par Pond, Savannah River Site, South Carolina. *Copeia*, 1991, 1123-1129.
- Brochu, C. A. (2003). Phylogenetic approaches toward crocodilian history. *The annual review of earth and planetary science*, 31, 357-397.
- Camara, E. M., Caramaschi, E. P. & Petry, A. C. (2011). Fator de condição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de uso em pesquisas ecológicas com peixes. *Oecologia Australis*, 15, 249-274.

- Campbell, T. W. (1996). Clinical pathology. In *Reptile Medicine and Surgery*, 248-257. Mader, D. R. (Eds.), USA: W. B. Saunders Company.
- Campos, Z. (1993). Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. *Journal of Herpetology*, 27, 127-132.
- Campos, Z. (2003). Observações sobre a biologia reprodutiva de três espécies de jacaré na Amazônia central. *Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 43.
- Campos, Z., Magnusson, W., Sanaïotti, T. & Coutinho, M. (2008). Reproductive trade-offs in *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman crocodilus yacare*: implications for size-related management quotas. *Journal of herpetology*, 18, 91-96.
- Carrillo, J. & Aparicio, J. M. (2001). Nest defense behaviour of the eurasian kestrel (*Falco tinnunculus*) against human predators. *Ethology*, 107, 865-875.
- Casas-Andreu, G. (2003). Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoologica Mexicana*, 89, 111-128.
- Castro-González, M. I., Aurióles-Gamboa, D., Montaña-Benavides, S., Pérez-Gil, F. & López-Orea, N. (2001). Lípidos totales, colesterol y triglicéridos en crías de lobo marino de California *Zalophus californianus* del golfo de California. *Ciencias Marinas*, 27, 375-396.
- Castroviejo, J., Ayarzagüena, J. & Velasco, A. (2008). *Contribución al conocimiento del género Caimán de Suramérica*. Sevilha, Espanha: Publ, Assoc. Amigos de Donãna,
- Chabreck, R. H. (1971). The foods and feeding habits of alligators from fresh and saline environments in Louisiana. *Proceedings of the Southeastern Association of Game and Fish Commissioners*, 25, 117-124.

- Cherel, Y., Robin, J. P. & Le Maho, Y. (1988). Physiology and biochemistry of long-term fasting in birds. *Canadian Journal of Zoology*, 66, 159-166.
- Cedeño-Vásquez, J. R., González-Avila, F. & Castro-Pérez, J. M. (2011). Condición corporal del cocodrilo del pântano (*Crocodylus moreletii*) en el Río Hondo, Quintana Roo, México. *Quehacer Científico en Chiapas*, 11, 19-26.
- Cintra, R. (1988). Nesting ecology of the paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in the Brazilian Pantanal. *Journal of Herpetology*, 22, 219-222.
- Cintra, R. (1989). Maternal care and daily pattern of behavior in a family of Caimans, *Caiman yacare* in the Brazilian Pantanal. *Journal of Herpetology*, 23, 320-322.
- Cresswell, W. (1997). Nest predation: the relative effects of nest characteristics, clutch size and parental behavior. *Animal behavior*, 53, 93-103.
- Cone, R. S. (1989). The need to reconsider the use of condition indexes in fishery science. *Transactions of the American Fisheries Society*, 118, 510-514.
- Cook, R. C., Cook, J. G., Murray, D. L., Zager, P., Johnson, B. K. & Gratson, M. W. (2001). Development of predictive models of nutritional condition for Rocky Mountain elk. *Journal of Wildlife Management*, 65, 973-987.
- Cooke, S. J., Phillipp, D. P. & Weatherhead, P. J. (2002). Parental care patterns and energetic of smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) and largemouth bass (*Micropterus salmoides*) monitored with activity transmitters. *Canadian Journal of Zoology*, 80, 756-770.
- Coppo, J. A., Mussart, N.B., Barboza, N.M., Fioranelli, S.A., Koza, G.A. & Prado, W.S. (2006). Physiological variations of serum electrolytes (Na, K, Ca, P, Mg, Cu) in farm-housed *Caiman latirostris* and *Caiman yacare* (Crocodylia: Alligatoridae). *Analecta Veterinaria*, 26, 9-15.
- Coulson, R. A. & Hernandez, T. (1959). Source and function of urinary ammonia in the alligator. *American Journal of Physiology – Legacy Content*, 197, 873-879.

- Coulson, R. A., Hernandez, T. & Herbert, J. D. (1977). Metabolic rate, enzyme kinetics *in vivo*. *Comparative Biochemical Physiology*, 56, 251-262.
- Coulson, R. A. & Hernandez, T. (1979a). Factors controlling glycogen breakdown in the alligator. *Comparative Biochemistry Physiology*, 64, 115-121.
- Coulson, R. A. & Hernandez, T. (1979b). Increase in metabolic rate of the alligator fed proteins or aminoacids. *Journal of nutrition*, 109, 538-550.
- Coulson, R. A. & Herbert, J. D. (1981). Relationship between metabolic rate and various physiological and biochemical parameters. A comparison of alligator, man and shrew. *Comparative Biochemical Physiology*, 69, 1-13.
- Coulson, R. A. & Hernandez, T. (1983). Alligator metabolism, studies on chemical reactions *in vivo*. *Comparative Biology*, 74, 1-182.
- Coulson, R. A. (1986). Metabolic rate and the flow theory: a study in chemical engineering. *Comparative Biochemical Physiology*, 84, 217-229.
- Coulson, R. A., Herbert, J. D. & Coulson, T. D. (1989). Biochemistry and physiology of Alligator metabolism *in vivo*. *American Zoologist*, 29, 921-934.
- Crawshaw, P. G. & Schaller, G. B. (1980). Nesting of Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia, S. Paulo*, 33, 283-292.
- Crawshaw, P.G. (1987). Nesting Ecology of the Paraguayan Caiman (*Caiman yacare*) in the Pantanal of the Mato Grosso, Brazil. Tese de mestrado. Florida: Universidade of Florida.
- Dalrymple, G. H. (1996). Growth of American alligators in Shark Valley region of Everglades National Park. *Copeia*, 1996, 212-216.
- Da Silveira, R., Magnusson, W. E. & Campos, Z. (1997). Monitoring the distribution, abundance and breeding areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia. Brazil. *Journal of Herpetology*, 31, 514-520.

- Da Silveira, R. & Magnusson, W. E. (1999). Diet of spectacled caiman and black caiman in the Anavilhanas archipelago, Central Amazonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 33, 181-192.
- Da Silveira, R. (2003). Avaliação Preliminar da Distribuição, Abundância e da Caça de Jacarés no Baixo Rio Purus. In *Piagaçu-Purus: Bases científicas para a criação de um Reserva de Desenvolvimento Sustentável*, 22-26. Deus, C.P., Da Silveira, R. & Py-Daniel, L. H. R. (Eds.). Manaus, Brasil: IDSM.
- Da Silveira, R., Magnusson, W. & Thorbjarnarson, J. (2008). Factors affecting the number of caimans seen during spotlight surveys in the Mamirauá Reserve, Brazilian Amazonia. *Copeia*, 2008, 425-430.
- Da Silveira, R., Ramalho, E., E. Thorbjarnarson, J. B. & Magnusson, W. E. (2010). Depredation by Jaguars on Caimans and importance of reptiles in the diet of Jaguar. *Journal of Herpetology*, 44, 418-424.
- Dearborn, D. C. (2001). Body condition and retaliation in the parental effort decisions of incubating great frigatebirds (*Fregata minor*). *Behaviour Ecology*, 12, 200-206.
- Deem, S L., Karesh, W. B. & Weisman, W. (2001). Putting Theory into Practice: Wildlife Health in Conservation. *Conservation Biology*, 15, 1124-1233.
- Deitz, D. C. (1979). Behavioral ecology of young American Alligators. Tese de doutoramento. Gainesville, Florida: Universidade of Florida.
- Delany, M. F. & Abercrombie, C. L. (1986). American Alligator food habits in northcentral Florida. *Journal of Wildlife Management*, 50, 348-353.
- Delany, M. F., Linda, S. B. & Moore, C. T. (1999). Diet and condition of American alligators in 4 Florida lakes. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*, 53, 375-389.
- Denardo, D. F., Lourdais, O, & Stahlschmidt, Z. R. (2012). Are Females Maternal Manipulators, Selfish Mothers, Or Both? Insight from Pythons. *Herpetologica*, 68, 299-307.

- Deus, C. P. & Da Silveira, R. (2003). Introdução geral. In *Piagaçu-Purus: Bases científicas para a criação de um Reserva de Desenvolvimento Sustentável*, 1-2. Deus, C.P., Da Silveira, R. & Py-Daniel, L. H. R. (Eds.). Manaus, Brasil: IDSM.
- Deus, C. P., Mazurek, R. R. S. & Venticinque, E. M. (2010). *Plano de Gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Volume 1 – Versão para consulta pública*. Manaus, Brasil: Instituto Piagaçu.
- Diefenbach, C. O. C. (1975). Gastric function in *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Reptilia) – Rate of gastric digestion and gastric motility as a function of temperature. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 51, 259-265.
- Elsey R. M., Joanen, T., McNease, L. & Kinler, N. (1992). Growth rates and body condition factors of *Alligator mississippiensis* in coastal Louisiana wetlands: a comparison of wild and farm-released juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 103, 667-672.
- Ferguson, M. W. J. (1985). Reproductive biology and embryology of the crocodilians. In *Biology of the reptilian*, 330-491. Gans, C., Billet, F. & Maderson, P. F. A. (Eds.) New York: John Wiley and Sons.
- Fitch, H.S. (1970). Reproductive cycles in lizards and snakes. *University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications*, 52, 1-247.
- Fitzgerald, L. A. (1988). Dietary patterns of *Caiman crocodilus* in the Venezuelan Llanos. Tese de mestrado. México: Universidade de Novo México.
- Franklin, C. E., Davis, B. M. ,Peucker, S. K. J., Stephenson, H., Mayer, R., Whittier, J., Lever, J. & Grigg, G. C. (2003). Comparison of stress induced by manual restraint and immobilization in the estuarine crocodile, *Crocodylus porosus*. *Journal of Experimental Zoology*, 298, 86-92.
- Frye, F. L. (1991). Hematology as Applied to Clinical Reptile Medicine. In *Reptile Care: An Atlas of Diseases and Treatments*, 209-262. Frye F. L. (Eds.). Ney Jersey: T. F. H. Publications, Inc.

- Fujisaki, I., Rice, K. G., Pearlstine, L. G. & Mazzotti, F. J. (2009). Relationship between body condition of American alligators and water depth in the Everglades, Florida. *Hydrobiologia*, 635, 329-338.
- Garnett, S. T. (1985). The consequences of slow chitin digestion on crocodilian diet analysis. *Journal of Herpetology*, 19, 303-304.
- Gatten, R. E. (1980). Metabolic rates fo fasting and recently fed spectacled caimans (*Caiman crocodilus*). *Herpetologica*, 36, 361-364.
- Gau, R. J. & Case, R. (1999). Evaluating nutritional condition of grizzly bears via select blood parameters. *Journal of Wildlife Management*, 63, 286-291.
- Gillooly, J .F. & Baylis, J. R. (1999). Reproductive success and the energetic cost of parental care in male smallmouth bass. *Journal of Fish Biology*, 54, 573 – 584.
- González-Avila, F. (2010). Condición de salud en la población del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) del Río Hondo, Quintana Roo, México. Tese de Mestrado. México: *Instituto Tecnológico de Chetumal*.
- Gorzula, S. J. (1978). An ecological study of *Caiman crocodilus crocodilus* inhabiting savanna lagoons in the Venezuelan Guayana. *Oecologia*, 35, 21- 34.
- Gorzula, S. J. & Seijas, A. E. (1978). The common caiman. In Crocodiles: their Ecology, Management and Conservation, 44-61. Special publication by the IUCN / SSC Crocodile Specialist Group, IUCN/ The World Conservation Union: Switzerland.
- Green, A.J. (2001). Mass/length residuals: Measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology*, 82, 1473-1483.
- Grorud-Coulvert, K. & Sponaugle, S. (2006). Influence of condition on behavior and survival potential of a newly settled coral reef fish, the bluehead wrasse *Thalassoma bifasciatum*. *Marine Ecology Progress Series*, 327, 279-288.

- Guillette, L. J., Woodward, A. R., Crain, D. A., Masson, G. R., Palmer, B. D., Cox, M. C., You-Xiang, Q. & Orlando, E. F. (1997). The Reproductive cycle of the female American alligator (*Alligator mississippiensis*). *General and Comparative Endocrinology*, 108, 87-101.
- Hamann, M., Limpus, C. J. & Whittier, J. M. (2002). Patterns of lipid storage and mobilization in the female green turtle (*Chelonia mydas*). *Journal of Comparative Physiology*, 172, 485-493.
- Harlow, P. & Grigg, G. C. (1984). Shivering thermogenesis in a brooding diamond python, *Python spilotes spilotes*. *Copeia*, 1984, 959-965.
- Hartzler, L. K., Munns, S. L., Bennett, A. F. & Hicks, J. W. (2006). Recovery from an activity-induced metabolic acidosis in the American alligator, *Alligator mississippiensis*. *Comparative Biochemical Physiology*, 143, 368-374.
- Haugaasen, T. & Peres, C. A. (2006). Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower rio Purus region of central Amazonia, Brazil. *Acta Amazonica*, 36, 25-36.
- Hayes, J P. & Shonkwiler, J. S. (2001). Morphometric indicators of body condition: Worthwhile or Wishful thinking?. In *Body composition analysis of animals: A hand book of non destructive methods*, 8-38. Speakman, J. R. (eds.) Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Herron, J. C., Emmons, L. H. & Cadle, J. E. (1990). Observations on reproduction in the black caiman, *Melanosuchus niger*. *Journal of Herpetology*, 24, 214-316.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S., Larson, A., l'Anson, H. & Eisenhour, D. J. (2008). *Integrated principles of zoology – fourteenth edition*. Ney York, USA: McGraw-Hill.
- Hinch, S. G. & Collins, N. C. (1991). Importance of diurnal and nocturnal nest defense in the energy budget of male smallmouth bass: insights from direct video observations. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120, 657 – 663.

- Hines, T. C. & Schaeffer, R. (1977). Public opinion about alligators in Florida. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeast Association of Fish and Wildlife Agencies*, 31, 84-89.
- Horna, J. V., Cintra, R. & Ruesta, P. V. (2001). Feeding ecology of black caiman *Melanosuchus niger* in a western Amazonian Forest: The effects of ontogeny and seasonality on diet composition. *Ecotropica*, 7, 1-11.
- Huang, W. (2007). Costs of egg caring in the skink, *Mabuya longicaudata*. *Ecological Research*, 22, 659-664.
- Huchzermeyer, F. W. (2003). Crocodiles, Biology, Husbandry and Diseases. London, United Kingdom: CABI Publishing.
- Ingberman, B. & Monteiro-Filho, E. L. A. (2006). Identificação microscópica dos pelos das espécies brasileiras de *Allouatta* Lacépède, 1799 (Primates, Atelidae, Alouattinae). *Arquivo do Museu Nacional*, 64, 61-71.
- Innis, C. J., Ravish, J. B., Tlusty, M. F., Hoge, M. S., Wunn, D. S., Boerner-Neville, L. B., Merigo, C. & Weber III, E. S. (2009). Hematological and plasma biochemical findings in cold-stunned Kemp's Ridley Turtles: 176 cases (2001-2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 235, 426-432.
- Jacobsen, T. & Kushlan, J. A. (1989). Growth dynamics in the American Alligator (*Alligator mississippiensis*). *The Journal of Zoology*, 219, 309-328.
- Jackson, J. F., Campbell, H. W. & Campbell, K. E. (1974). The feeding habits of crocodilians: validity of the evidence from stomach contents. *Journal of Herpetology*, 8, 378-381.
- Jakob, E. M., Marshall, S. D. & Uetz, G. W. (1996). Estimating fitness: a comparison of body condition indices. *Oikos*, 77, 61-67.
- Janke, A., Gullberg, A., Hughes, S., Aggarwal, R. K. & Arnason, U. (2005). Mitogenomic analyses place the gharial (*Gavialis gangeticus*) on the Crocodile tree and provide pre-K/T divergence times for most crocodilians. *Journal of Molecular Evolution*, 61, 620-626.

- Jenni, L., Jenni-Eiermann, S., Spina, F. & Schwabl, H. (2000). Regulation of protein breakdown and adrenocortical response to stress in birds during migratory flight. *American Journal of Physiology*, 278, R1182-R1189.
- Jessop, T. S., Tucker, A. D., Limpus, C. J. & Whittier, J. M. (2003). Interactions between ecology, demography, capture stress and profiles of corticosterone and glucose in a free-living population of Australian freshwater crocodiles. *General and comparative endocrinology*, 132, 161-170.
- Jessop, T. S., Hamann, M. & Limpus, C. J. (2004). Body condition and physiological changes in male green turtles during breeding. *Marine Ecology Progress Series*, 276, 281-288.
- Joanen, T. & McNease, L. (1987). Alligator farming research in Louisiana, USA. In *Wildlife management: crocodiles and alligators*, 409-415. Webb, G. J. W., Manolis, S. C. & Whitehead, P. J. (Eds.). Chipping Norton: Australia Surrey Beatty & Sons.
- Joanen, T. & McNese, L. (1989). Ecology and physiology of nesting and early development of the American alligator. *American Zoologist*, 29, 987-998.
- Junk, W. J. (1997). General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. In *The Central Amazon Floodplain*, 3-20. Junk, W. J. (ed.). Berlin and Heidelberg, Germany: Ecological Studies, Springer-Verlag.
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Whittmann, F., Schöngart, J. & Parolin, P. (2010). *Amazon floodplain forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Heidelberg, Germany: Ecological Studies, Springer.
- Kaneko, J. J. (1989). Clinical biochemistry of domestic animals. San Diego, USA: Academic Press.
- Kaneko, J. J. (2008) Carbohydrate metabolism and its diseases. In *Clinical Biochemistry of Domestic Animals -6th edition*, 45-80. Kaneko, J. J. Harvey, J. W. Bruss M. L. (Eds.). London, United Kingdom: Academic Press.

- Köhler, G. (2006). *Diseases of amphibians and reptiles*. Malabar, Florida: Krieger Publishing Company.
- Kpéra, G. N., Mensah, G. A., Sinsin, B. A., Tossou, R., Eilers, K., Zipp, A. & Aarts, N. (2010). Human-crocodile interaction: empowerment of local people to deal with crocodiles around agropastoral dams in northern Benin. *Crocodiles. Actes du 2^{ème} Congrès du Groupe des Spécialistes des Crocodiles sur la promotion et la conservation des crocodiliens en Afrique de l'Ouest tenu à Nazinga, Burkina Faso du 2-6 mars 2010, UICN - The World Conservation Union, Gland, Switzerland*, 135-144.
- Kushlan, J. A. & Kushlan, M. S. (1980). Function of nest attendance in the american alligator. *Herpetologica*, 36, 27-32.
- Kushlan, J. A. & Jacobson T. (1990). Environmental variability and the reproductive success of Everglades alligators. *Journal of Herpetology*, 24, 176-184.
- Lance, V. A. (1989). Reproductive cycle of the american alligator. *American Zoologist*, 29, 999-1018.
- Lance, V. A., Elsey, R. M. & Coulson, R. A. (1993). Biological activity of alligator, avian and mammalian insulin in juvenile alligators: Plasma glucose and amino acids. *General and Comparative Endocrinology*, 89, 267-275.
- Lance, V. A., Morici, L. A. & Esley, R. M. (2000). Physiology and endocrinology of stress in crocodilians. In *Crocodilian Biology and Evolution*, 327-340. Grigs, G. C., Seebacher, F. & Franklin, C. E. (Eds.). Chipping Norton, United Kingdom: Surrey Beatty & Sons.
- Lance, S. L., Tuberville, T. D., Dueck, L., Holz-Schietinger, C., Trosclair III, P. L., Elsey, R. M. & Glenn, T. C. (2009). Multiyear multiple paternity and mate fidelity in the American alligator, *Alligator mississippiensis*. *Molecular Ecology*, 18, 4508-4520.

- Lane, T. J. (1996). Crocodilians. In *Reptile Medicine and Surgery*, 78-98. Saunders, E. (Eds.). Philadelphia, USA: Saunders.
- Lang, J. W. (1987). Crocodilian behaviour: implications for management. In *Wildlife and Management: Crocodiles and Alligators*, 273-293. Webb, G. J. W., Manolis, S. C. & Whitehead, P. J. (Eds.). Chipping Norton, Australia: Surrey Beatty & Sons.
- Larriera, A., Piña, C. I., Siroski, P. & Verdade, L. M. (2004). Allometry of reproduction in wild broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*). *Journal of Herpetology*, 38, 301-304.
- Laverty, T. M. & Dobson, A. P. (2013). Dietary overlap between black caimans and spectacled caimans in the Peruvian Amazon. *Herpetologica*, 69, 91-101.
- LeCren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Lewis, L. Y. & Gatten Jr., R. E. (1985). Aerobic metabolism of American alligators, *Alligator mississippiensis*, under standart conditions and during voluntary activity. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 80, 442-447.
- Lovely, C. J., Pittman, J. M. & Leslie, A. J. (2007). Normal hematology and blood biochemistry of wild Nile crocodiles in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of South African Veterinary Association*, 78, 137-144.
- Khalil, F. & Haggag, G. (1958). Nitrogenous excretion in crocodiles. *Journal of Experimental Zoology*, 35, 552-555.
- Kitaysky, A. S., Wingfield, J. C. & Piatt, J. F. (1999). Dynamics of food availability, body condition, and physiological stress response in breeding black-legged kittiwakes. *Functional Ecology*, 13, 577-584.

- Kaufman, S. D., Johnston, T. A., Legget, W. C., Moles, M. D., Casselman, J. M. & Schulte-Hostedde, A. I. (2007). Relationships between body condition indices and proximate composition in adult walleyes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 136, 1566-1576.
- Marconato, A., Bisazza, A. & Fabris M. (1993). The cost of parental care and egg cannibalism in the river bullhead, *Cottus gobio* L. (Pisces, Cottidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32, 229-237.
- Magnusson, W. E. (1980). Hatching and crèche formation by *Crocodylus porosus*. *Copeia*, 1980, 359-362.
- Magnusson, W. E. (1982). Mortality of eggs of the crocodile *Crocodylus porosus* in Northern Australia. *Journal of Herpetology*, 16, 121-130.
- Magnusson, W. E., Da Silva, E. V. & Lima, A. P. (1987). Diets of Amazonian crocodilians. *Journal of Herpetology*, 2, 85-95.
- Magnusson, W., & Mourão, G. (2003). Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e a análise. Londrina, Brasil: Editora Planta.
- Man, Z., Yishu, W., Peng, Y. & Xiaobing, W. (2011). Crocodilian phylogeny inferred from twelve mitochondrial protein-coding genes, with new complete mitochondrial genomic sequences for *Crocodylus acutus* and *Crocodylus novaeguineae*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 60, 62-67.
- Marioni, B., Von Muhlen, E. M. & Da Silveira, R. (2007). Nesting of *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in the Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve, Central Amazonia, Brazil. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 26, 8-9.
- Marioni, B., Da Silveira, R., Magnusson, W. E. & Thorbjarnarson, J. B. (2008). Feeding Behavior of Two Sympatric Caiman Species, *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus*, in the Brazilian Amazon. *Journal of Herpetology*, 42, 768-772.

- Maritz, M. F. & Douglas, R. M. (1994). Shape quantification and the estimation of volume and surface of crocodilian eggs, *Journal of Herpetology*, 28, 281-291.
- Martelli, P., Tse, L. & Cheung, M. (2012). Effect of venipuncture site on hematologic and serum biochemical parameters in the Chinese alligator (*Alligator sinensis*). *Proceedings of the 21st Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group. IUCN: Gland, Switzerland*, 230-230.
- Martin, T. E. (1992). Interaction of nest predation and food limitation in reproductive strategies. *Current Ornithology*, 9, 163-197.
- Mazzotti, F. J. (1989). Factors affecting the nesting success of the american crocodile, *Crocodylus Acutus*, in Florida Bay. *Bulletin of Marine Science* 44, 220-228.
- Mazzotti, F. J., Best, G. R., Brandt, L. A., Cherkiss, M. S., Jeffery, B. M. & Rice, K. G. (2009). Alligator and crocodiles as indicators of restauration of Everglades ecosystems. *Ecological Indicators*, 9, 137-149.
- Mazzotti, F. J., Cherkiss, M. S., Brandt, L. A., Fujisaki, I., Hart, K., Jeffery, B., McTurry, S. T., Platt, S. G., Rainwater, T. R. & Vinci, J. (2012). Body condition of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletti*) from Northern Belize. *Journal of Herpetology*, 46, 356-362.
- McCune, B. & Mefford, M. J. (1999). Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.25. Ore, USA: MjM Software.
- McNally, R. C. (1987). On characterizing foraging versatility, illustrated by using birds. *Oikos*, 69, 95-106.
- Medem, F. (1983). Los crocodylia de Sur America – Volumen II. Bogotá, Colombia: Colciencias.

- Medrano-Bitar, S. A. & Gomez, A. J. (2008). Conservación y aprovechamiento de la baba o babilla (*Caiman crocodilus* Linnaeus 1756) en Colombia. In *Contribución al conocimiento del género Caimán de Suramérica*. Castroviejo, J., Ayarzagüena, J. & Velasco, A. (Eds.). Sevilla, España: Publ. Asoc. Amigos de Donaña.
- Messel, H., Vorlicek, G.C., Wells, A.C. & Green, W.J. (1981). *Surveys of tidal rivers systems in the Northern Territory of Australia and their crocodile populations, Monograph N° 1*. Sidney: Pergamon Press.
- Milner, J. M., Stien, A., Irvine, R. J., Albon, S. D., Langvatn, R. & Ropstad, E. (2003). Body condition in Svalbard reindeer and the use of blood parameters as indicators of condition and fitness. *Canadian Journal of Zoology*, 81, 1566-1578.
- Minchin, P. R. (1987). An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio*, 69, 89-107.
- Moya-Laraño, J., Marcías-Ordóñez, R., Blanckenhorn, W. U. & Fernández-Montraveta, C. (2008). Analysing body condition: mass, volume or density? *Journal of Animal Ecology*, 77, 1099-1108.
- Mrosovsky, N. & Sherry, D. F. (1980). Animal anorexias. *Science*, 207, 837-842.
- Munson, L. & Karesh, W. B. (2002). Disease monitoring for the conservation of terrestrial animals. In *Conservation Medicine, Ecological Health in Practice*, 406-406. Aguire, A. A., Ostfeld, R. S., Tabor, G. M., House, C. & Peral, M. C. (eds.). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.
- Nagy, K. A., Henen, B. T., Vyas, D. B. & Wallis, I. R. (2002). A condition index for the desert tortoise (*Gopherus agassizii*). *Conservation Conservation Biology*, 4, 425-429.
- Nash, R. D. M., Valencia, A. H. & Geffen, A. J. (2006). The origin of Fulton's condition factor – Setting the record straight. *Fisheries*, 31, 236-238.

- Naulleau, G. & Bonnet, X. (1996). Body condition threshold for breeding in a viviparous snake. *Oecologia*, 107, 301-306.
- Neill, W. T. (1971). *The last of the ruling reptiles: alligators, crocodiles and their kin*. New York: Columbia Universal Press.
- Ouboter, P. E. & Nanhoe, L. M. R. (1988). Habitat selection and migration of *Caiman crocodilus crocodilus* in a swamp and swamp-forest habitat in Northern Suriname. *Journal of Herpetology*, 22, 283-294.
- Owens, I. P. F. & Bennett, P. M. (1994). Mortality costs of parental care and sexual dimorphism in birds. *Proceedings of the Royal Society of London – Biological Sciences*, 257, 1-8.
- Padilla-Paz, S.E. (2008). Hematología, índice corporal y lesiones externas del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en los humedales del norte del Estado de Campeche, México. Tese de Mestrado. México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Padilla-Paz, S. E., Weber, M. & Jacobson, E. (2009). Comparison of sodium and lithium heparin anticoagulants in plasma biochemistry of Morelet's crocodiles (*Crocodylus Moreletii*) in Campeche, Mexico. *Veterinaria Mexico*, 40, 203-211.
- Paladino, F. V., Spotila, J. R., O'Connor, M. P. & Gatten, R.E. (1996). Respiratory physiology of adult leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) while nesting on land. *Chelonian Conservation and Biology*, 2, 223-229.
- Platt, S. G., & Brantley, C. G. (1991). Observations of foraging behavior in captive juvenile *Alligator mississippiensis*. *Herpetological Review*, 22, 83-84.
- Platt, S. G. & Thorbjarnarson, J. B. (2000). Nesting ecology of the American crocodile in the coastal zone of Belize. *Copeia*, 2000, 869-873.
- Platt, S. G., Rainwater, T. R., Finger, A. G., Thorbjarnarson, J. B., Anderson T. A. & McMurry, S. T. (2007). Food habits, ontogenic dietary partitioning and observations of foraging behavior of morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in Northern Belize. *Herpetological Journal*, 16, 281-290.

- Platt, S. G., Rainwater, T. R., Thorbjarnarson, J. B. & McMurry, S. T. (2008). Reproductive dynamics of a tropical freshwater crocodilian: Morelet's crocodile in northern Belize. *Journal of Zoology*, 275, 177–189.
- Platt, S. G., Thorbjarnarson, J. B., Rainwater, T. R. & Martin, D. R. (2013a). Diet of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) in Marine Environments of Coastal Belize. *Journal of Herpetology*, 47, 1-10.
- Platt S. G., Elsey, R. M., Liu, H., Rainwater, T. R., Nifong, J. C., Rosenblatt, A. E., Heithaus, M. R. & Mazzotti, F. J. (2013b). Frugivory and seed dispersal by crocodilians: an overlooked form of saurochory? *Journal of Zoology*, 291, 87-99.
- Prange, H. D. & Jackson, D. C. (1976). Ventilation, gas exchange and metabolic scaling of a sea turtle. *Respiration Physiology*, 27, 369-377.
- Primack, R. B. & Rodrigues, E. (2001). *Biologia da Conservação*. Londrina, Brasil: E. Rodrigues.
- Quadros, J. (2002). Identificação macroscópica de pelos de mamíferos brasileiros e sua aplicação no estudo da dieta de carnívoros. Tese de doutoramento. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná.
- Quadros, J. & Monteiro-Filho E. L. A. (2006). Coleta e preparação de pelos de mamíferos para identificação em microscopia óptica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23, 274-278.
- Rafael, J. A., Melo, G. A. R., Carvalho, C. J. B., Casari, S. A. & Constantino, R. (2012). *Insectos do Brasil – Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto, Brasil: Holos.
- Rice, A. N. (2004). Diet and condition of American alligators, *Alligator mississippiensis*, in three central Florida lakes. Tese de Mestrado. Gainesville, Florida: Universidade da Florida.

- Rice, A. N., Ross, J. P., Woodward, A. R., Carbonneau, D. A. & Percival, H. F. (2007). Alligator diet in relation to alligator mortality on Lake Griffin, FL. *Southeastern Naturalist*, 6, 97-110.
- Richardson, K. C., Webb, G. J. W. & Manolis, S. C. (2002). *Crocodiles: Inside Out. A Guide to the Crocodilians and Their Functional Morphology*. Chipping Norton, Australia: Surrey Beatty and Sons.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1-382.
- Riley, J. & Huchzermeyer, F. W. (2000). Diet and Lung Parasites of Swamp Forest Dwarf Crocodiles (*Osteolaemus tetraspis osborni*) in the Northern Congo Republic. *Copeia*, 2000, 582-586.
- Roberts, S. (2008). Transform your data. *Nutrition*, 24, 492-494.
- Robin, J., Frain, M., Sardet, C., Groscolas, R. & Maho, Y. L. (1988). Protein and lipid utilization during long-term fasting in emperor penguins. *American Physiological Society*, 254, R61-R68.
- Rootes, W. L., Chabreck, R. H., Wright, V. L., Brown, B. W. & Hess T. J. (1991). Growth rates of American Alligators in estuarine and palustrine wetlands in Louisiana. *Estuaries* 14, 489-494.
- Rosenberg, K. V. & Cooper, R. J. (1990). Approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology*, 13, 80-90.
- Ross, J. P. (1989). *Crocodiles and Alligators*. United Kingdom: Merehurst Press.
- Ross, J. P. (1998). *Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan. 2nd Edition*. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom: IUCN/SSC Crocodile Specialist Group.

- Rossini, M., Garcia, G., Rojas, J., & Zerpa, H. (2011). Hematologic and serum biochemical reference values for the wild Spectacled Caiman, *Caiman crocodilus crocodilus*, from the Venezuelan plains. *Veterinary Clinical Pathology*, 40, 374-379.
- Rueda, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodion, J. H., De la Ossa, J., Rueda, N. & Mittermeier, C. (2007). *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Série de guías tropicales de campo – Nº 6. Conservación Internacional*. Bogotá, Colômbia: Editorial Panamericana.
- Saafeld, D. T., Webb, K. K., Conway, W. C., Calkins, G. E. & Duguay, J. P. (2008). Growth and condition of American alligators (*Alligator mississippiensis*) in an inland wetland of East Texas. *Southern Naturalist*, 7, 541-550.
- Santos, S. A., Nogueira, M. S., Pinheiro, M. S., Campos, Z., Magnusson, W. E. & Mourão, G. M. (1996). Diets of *Caiman crocodilus yacare* from different habitats in the brazilian Pantanal. *Herpetological Journal*, 6, 111-117.
- Santos, S. A. (1997). *Dieta e nutrição de crocodilianos*. Corumbá, Brasil: Embrapa Pantanal.
- Schulte-Hostedde, A. I., Zinner, B., Millra, J. S. & Hickling, G. J. (2005). Restitution of mass-size residuals: Validating body conditions indices. *Ecology*, 86, 155-163.
- Seebacher, F., Elsey, R. M. & Trosclair III, P. L. (2003). Body temperature null distributions in reptiles with nonzero heat capacity: seasonal thermoregulation in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). *Physiological and Biochemical Zoology*, 76, 348-359.
- Seijas, A. E. (1988). Habitat use by the American crocodile and the spectacled caiman coexisting along the Venezuelan Coastal regions. Tese de Mestrado. Florida, USA: Universidade da Florida.

- Shine, R. (1988). Parental care in reptiles. In *Biology of the Reptilia*, 275-330. Gans, C. & Huey, R. B. (Eds.), New York: A. R. Liss.
- Shine, R., Lemaster, M. P., Moore, I. T., Olson, M. M. & Mason, R.T. (2001). Bumpus in the snake den: Effects of sex, size and body condition on mortality of red-sided garter snake. *Evolution*, 55, 598-604.
- Somaweera, R., Webb, J. K. & Shine, R. (2011). It's a dog-eat-croc world: ding predation on the nests of freshwater crocodiles in tropical Australia. *Ecological Research*, 26, 957-967.
- Souza, M. M., Silva, S. E. M., Araújo, M. L., Barcellos, J. F. M., Mendonça, W., C. S., Marioni, B. & Da Silveira, R. (2010). Reproductive biology of *Caiman crocodilus* at Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve, Central Amazonia. *Proceedings of the 20th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group*. IUCN: Gland, Switzerland, 230-230.
- Stacy, B. A. & Whitaker, N. (2000). Hematology and blood biochemistry of captive mugger crocodiles (*Crocodylus palustris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 31, 339-347.
- Staton, M. A. & Dixon, J. R. (1975). Studies on the dry season biology of *Caiman crocodilus crocodilus* from the Venezuelan Llanos. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 35, 237-265.
- Staton, M. A. & Dixon, J. R. (1977). Breeding biology of the spectacle caiman, *Caiman crocodilus crocodilus* in the Venezuelan Llanos. *Wildlife Research Report (U.S. Fish and Wildlife Service)*, 5, 1-21.
- Stevenson, R. D. & Woods Jr., W. A. (2006). Condition indices for conservation: New uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46, 1169-1190.
- Sykes IV, J. M. & Klaphake, E. (2008). Reptile Hematology. *Veterinary Clinics of North America*, 11, 481-500.

- Taylor, J. A., Webb, G. J. W. & Magnusson, W. E. (1978). Methods for obtaining stomach contents from live crocodilians (Reptilia, Crocodylidae). *Journal of Herpetology*, 12, 415-417.
- Taylor, J. A. (1979). The foods and feeding habits of subadult *Crocodylus porosus* Schneider in northern Australia. *Australian Wildlife Research*, 6, 347-359.
- Thorbjarnarson, J. B. (1993a). Diet of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Central Venezuelan Llanos. *Herpetologica*, 49, 108-117.
- Thorbjarnarson, J. B. (1993b). Fishing behavior of spectacled caiman in the Venezuelan Llanos. *Copeia*, 1993, 1166-1171.
- Thorbjarnarson, J. B. (1994). Reproductive ecology of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Venezuelan Llanos. *Copeia*, 1994, 907-919.
- Thorbjarnarson, J. B. (1996). Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica*, 52, 8-24.
- Thorbjarnarson, J. B. & Da Silveira, R. (2000). Secrets of the flooded forest, *Natural History* 109, 70-79.
- Thorbjarnarson, J. B. (2010). Black Caiman *Melanosuchus niger*. In *Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition*, 29-39. Manolis S. C. & Stevenson C. (Eds.) Darwin, Australia: Crocodile Specialist Group.
- Thrall, M. A. (2007). *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. São Paulo, Brasil: Editora Roca.
- Trinder, P. (1969). Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Annals of Clinical Biochemistry*, 6, 24-27.
- Velasco, A. & Ayarzagüena, J. (2010). Spectacled *Caiman crocodilus*. In *Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition*, 10-15. Manolis S. C. & Stevenson C. (Eds.) Darwin, Australia: Crocodile Specialist Group.

- Verdade, L. (1995). Biologia reprodutiva do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil. In *Conservación y Manejo de los Crocodylia de America Latina*, 57-79. Larriera, A. & Verdade, L. M. (Eds.). Santa Fe, Argentina: Fundación Banco Bica.
- Villamarin, F. & Suarez, E. (2007). Nesting of the black caiman (*Melanosuchus niger*) in northeastern equador. *Journal of herpetology*, 41, 164-167.
- Villamarín, F., Botero-Arias, R., Thorbjarnarson, J., Magnusson, W. E. & Nelson, B. W. (2008). Hatching success of black caiman (*Melanosuchus niger*) nests and spatial relations on egg collection by humans in the Mamirauá Sustainable Reserve, Brazil. *Crocodiles. Proceedings of the 19th Workshop Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUNC – The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK*, 333-340.
- Villamarín, F., Marioni, B., Botero-Arias, R., Thorbjarnarson, J. B. & Magnusson, W. E. (2011). Conservation and management implications of nest-site selection of the sympatric crocodilians *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in Central Amazonia, Brazil. *Biological Conservation*, 144, 913-919.
- Waldez, F., Menim, M. & Vogt, R. (2013). Diversidade de anfíbios e répteis Squamata na região do baixo rio Purus, Amazônia Central, Brasil. *Biota Neotropica*, 13, 300-316.
- Wallace, K. M. & Leslie, A. J. (2008). Diet of the Nile Crocodile (*Crocodylus niloticus*) in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of Herpetology*, 42, 361-368.
- Walton, R. M. (2001). Establishing reference intervals: health as a relative concept. *Seminars in avian and exotic pet medicine*, 10, 66-71.
- Wang, J., Wu, X., Tian, D., Zhu, J., Wang, R. & Wang, C. (2011). Nest-site use by Chinese Alligator (*Alligator sinensis*) in the Gaojingmiao Breeding Farm, Anhui, China. *Asian Herpetological Research*, 2, 36–40.

- Webb, G. J. W., Manolis, S. C. & Buckworth, R. (1982). *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay River area, N. T. I. Variation in the diet, and a new method of assessing the relative importance of prey. *Australian Journal of Zoology* 30, 877-899.
- Webb, G. J. W., Buckworth, R., Sack, G. C. & Manolis, S. C. (1983). An interim method for estimating the age of *Crocodylus porosus* embryos. *Australian Wildlife Research*, 10, 563-570.
- Webb, G. J. & Manolis, C. (1989). *Crocodiles of Australia*. Australia: Reed Books.
- Webb, G. J. W., Hollis, G. J. & Manolis, S. C. (1991). Feeding, growth, and food conversion rates of wild juvenile saltwater crocodiles (*Crocodylus porosus*). *Journal of Herpetology*, 25, 562-473.
- Wilkinson, P. (1984). Nesting ecology of the American Alligator in Coastal South Carolina. South Carolina. Charleston, South Carolina, USA: Wildlife and Marine Resources Department.
- Wittmann, F., Junk, W. J. & Piedade, M. T. F. (2004). The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. *Forest Ecology and Management*. 196, 199-212.
- Wolfe, J. L., Bradshaw, D. L. & Chabreck. R. H. (1987). Alligator feeding habits: new data and a review. *Northeast Gulf Science*, 9, 1–8.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis. Fourth Edition*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Zayas, M. A., Rodríguez, H. A., Galoppo, G. H., Stoker, C., Durando, M., Luque, E. H. & Muñoz-de-Toro, M. (2011). Hematology and blood biochemistry of young broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*). *Journal of Herpetology*, 45, 516-524.
- Ziegler, T. & Olbort, S. (2007). Genital structures and sex identification in crocodiles. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 26, 16-17.

Zweig, C. L. (2003). Body condition index analysis for the American alligator (*Alligator mississippiensis*). Tese de Mestrado. Gainesville, Florida: Universidade da Florida.

ANEXO I

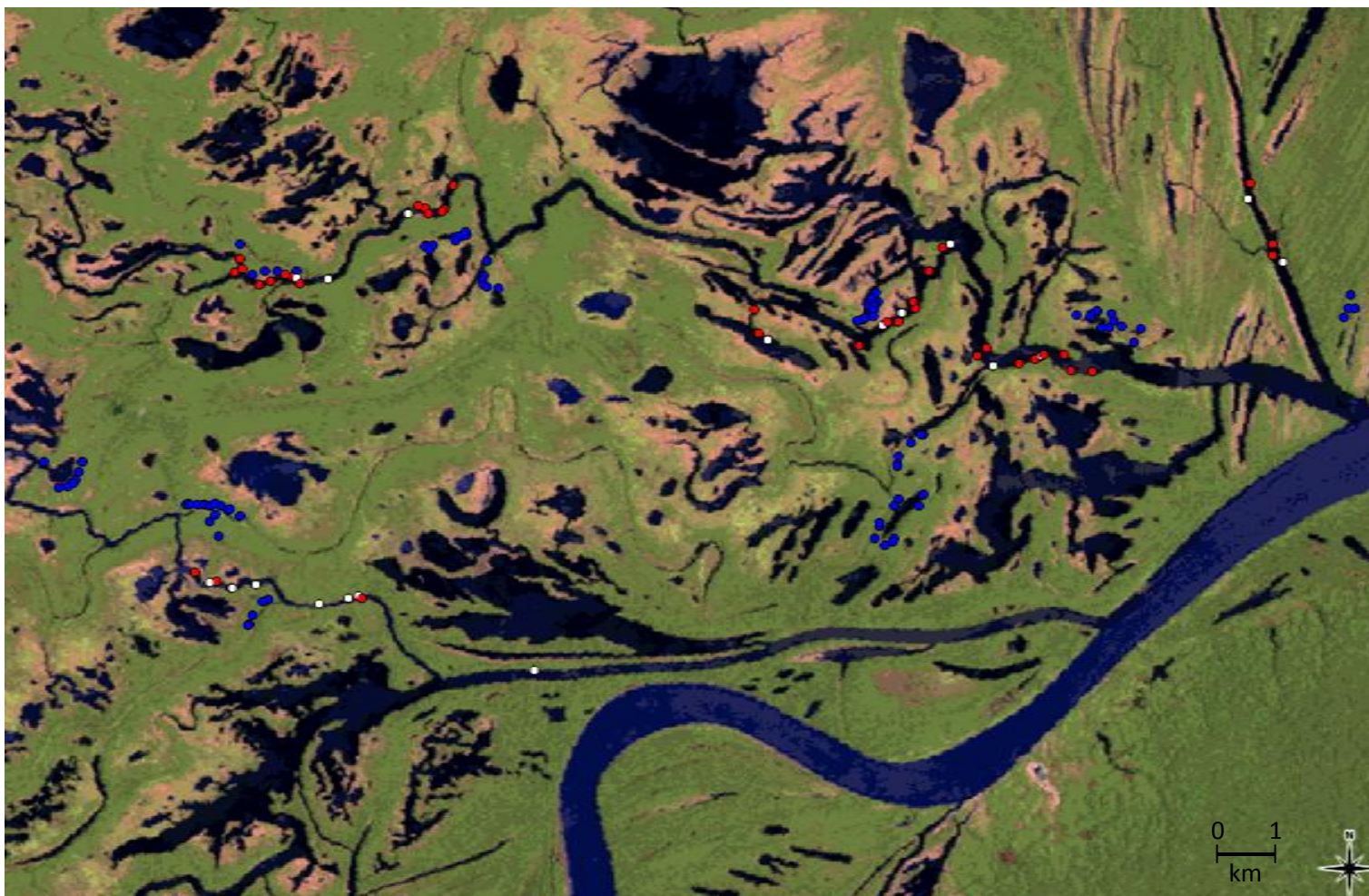


Figura 13. Localização dos 118 ninhos (círculos azuis) e locais de captura de fêmeas não nidificantes (círculos brancos) e machos (círculos vermelhos) de *Caiman crocodilus* entre novembro e dezembro de 2012 na RDS-PP. Cada ponto representa um ninho ou animal capturado.

Tabela 5. Valores de referência dos parâmetros bioquímicos do plasma sanguíneo em fêmeas nidificantes, fêmeas não nidificantes (Comprimento rostro-cloacal > 60 cm; Souza *et al.* 2010) e machos de *Caiman crocodilus* na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazônia Central. Estes intervalos de referência foram estabelecidos de acordo com as normas sugeridas por Thrall (2007). Diferenças significativas entre fêmeas nidificantes e não nidificantes estão assinaladas com um asterisco. Legenda: DP – Desvio Padrão

Parâmetro	Fêmeas nidificantes (n = 43)		Fêmeas não nidificantes (n = 16)		Machos (n = 14)	
	Média ± DP	Intervalo	Média ± DP	Intervalo	Média ± DP	Intervalo
Ácido úrico (mg/dL)*	6,0 ± 3,0	0,5 – 14,0	3,0 ± 1,0	1,0 – 5,0	3,0 ± 1,5	1,0 – 7,0
Albumina (g/dL)	1,5 ± 0,5	0,2 – 3,5	1,8 ± 0,2	1,0 – 2,5	1,8 ± 0,5	0,8 – 3,0
Cálcio (mg/dL)	11,0 ± 2,0	5,0 – 16,0	12,0 ± 1,0	10,5 – 14,5	11,5 ± 2,8	8,0 – 17,4
Cloretos (mg/dL)*	118,0 ± 15,0	94,0 – 151,0	108,0 ± 12,0	86,0 – 126,0	111,0 ± 10,0	9,0 – 124,0
Colesterol (mg/dL)	111,0 ± 36,0	12,0- 184,0	112,0 ± 37,0	56,0 – 185,0	98,0 ± 34,0	44,0 – 178,0
Glicose (mg/dL)*	50,0 ± 13,0	23,0 – 83,0	81,0 ± 20,0	50,0 – 114,0	91,0 ± 17,0	62,0 – 126,0
Lactato (mg/dL)*	26,0 ± 13,0	5,0 – 61,0	54,0 ± 15,0	23,0 – 80,0	48,0 ± 16,0	15,0 – 73,0
Proteínas totais (g/dL)	7,5 ± 2	2,0– 11,0	7,0 ± 1,5	4,5 – 10,0	7,0 ± 1,4	3,5 – 8,6
Triglicerídeos (mg/dL)*	34,0 ± 11,0	8,0 – 67,0	126,0 ± 68,0	24,0 – 235,0	111,0 ± 77,0	19,0 – 228,0

Contagem e Morfometria dos ovos

Os ninhos onde se capturou a fêmea foram cuidadosamente abertos por cima para que cinco ovos, escolhidos aleatoriamente, fossem medidos individualmente (comprimento e largura), com paquímetro (Craveiro) e pesados com uma balança digital, de acuracidade 0,05 mm e 1 g, respetivamente. A escolha de cinco ovos por ninho baseou-se na alta correlação esperada entre o valor médio (comprimento, largura, massa e volume) calculado com todos os ovos da postura e o estimado com apenas cinco ovos (Boris Marioni, dados não publicados).

O volume médio dos ovos de cada ninho foi estimado por meio do comprimento e largura da amostra de cinco ovos por ninho, mediante equação para um elipsoide ($\frac{4}{3} \times (\text{comprimento}/2) \times (\text{largura}/2)^2$), geralmente utilizada para expressar o volume de ovos de crocodilianos (Campos *et al.*, 2008). O uso desta equação pode subestimar ligeiramente o volume se os ovos forem mais alongados ou se possuírem valores bicónicos superiores aos de uma elipse pura. No entanto, os valores estimados serão linearmente relacionados com o volume real (Campos *et al.*, 2008).

Foram abertos 39 ninhos que totalizaram 930 ovos. O número de ovos por ninho variou de 14 a 40 (média \pm DP = 24 ± 5), sendo que 70% dos ninhos continha entre 20 e 30 ovos. Excluindo-se os ovos inférteis, a massa dos ovos variou de 40,4 a 61,2 g (média \pm DP = $51,1 \pm 5,4$), e a massa total da postura de 600 a 1680 (média \pm DP = $1176,75 \pm 260,03$). O maior eixo (comprimento) dos ovos variou de 5,7 a 6,8 cm (média \pm DP = $6,1 \pm 0,2$) e o segundo maior eixo (largura) de 3,6 a 4,2 cm (média \pm DP = $3,9 \pm 0,1$). O volume médio dos ovos apresentou variação de 38,9 a 60,9 cm³ (média \pm DP = $49,3 \pm 5,0$).